

DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA GESTIÓN DE PRUEBAS Y ENSAYO EN
PROYECTOS DE SOFTWARE

JUAN DAVID SUÁREZ OSORIO

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN
MAESTRÍA EN GERENCIA DE PROYECTOS
MEDELLÍN
2016

DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA GESTIÓN DE PRUEBAS Y ENSAYO EN PROYECTOS DE SOFTWARE

JUAN DAVID SUÁREZ OSORIO

Trabajo de grado como requisito para optar al título de Mg. en Gerencia de Proyectos

Asesor:

Rafael David Rincón Bermúdez
Mg. Sistemas de Calidad y Matemáticas Puras

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN
MAESTRÍA EN GERENCIA DE PROYECTOS
MEDELLÍN
2016

Nota de aceptación:

Firma del presidente del Jurado

Firma Jurado

Firma Jurado

Medellín, 19, 04, 2016

A Dios y mi familia, quienes siempre me han acompañado y creyeron en mi futuro, apoyándome incondicionalmente en el logro de importantes metas.

Juan David

Agradecimientos

El autor expresa sus agradecimientos a:

Magister Rafael David Rincón Bermúdez, asesor metodológico del trabajo de grado por sus aportes profesionales en el desarrollo del estudio, quien con sus amplios conocimientos y profesionalismo realizó las recomendaciones metodológicas y técnicas del proyecto.

Los representantes de las empresas desarrolladoras de software y de la corporación Intersoftware, por suministrar la información necesaria para el éxito del estudio.

Natalia Maya, por sus aportes en las mejoras requeridas con respecto redacción, estilo y aplicación de normas vigentes.

Resumen

Independientemente de la metodología que se adopte en el desarrollo de software, se contemplan aquellas actividades gerenciales o de dirección del proyecto y las inherentes a las técnicas, propias del desarrollo del producto como tal, como los requerimientos demandados, análisis, diseño, implementación y pruebas o ensayos previos a su materialización. El presente trabajo se deriva del interés por diseñar una metodología para la gestión de la fase de pruebas y ensayo, con base en el modelo de integración de las actividades contempladas en la guía del PMBOK, la cual es compatible con las funciones de dirección y actividades técnicas de otras metodologías, especialmente en su etapa de prueba; de allí la importancia que representa para los gerentes de proyectos obtener resultados satisfactorios en esta fase, por su impacto directo y significativo en el cumplimiento del tiempo y los costos estimados, lo que permite prevenir o mitigar, tiempos adicionales o sobrecostos por reproceso, evitando ser transferidos al cliente o asumidos por el fabricante de software. Así mismo, asegurar una ejecución correcta de la fase de pruebas y ensayo, garantiza que el proyecto responda a los estándares de calidad, de acuerdo con sus indicadores de medición y la satisfacción del usuario.

Palabras clave

Gestión de proyectos, Ingeniería del software, PMBOK, pruebas, estimación

Abstract

Regardless of the methodology adopted in the development of software, referred to those activities, administration or management of the project and the techniques inherent, characteristic of the development of the product as such, as the demanded requirements, analysis, design, implementation and tests or trials prior to its realization. This work is derived from the interest in designing a methodology for the management of the tests and test phase based on the model of integration of the activities referred to in the guide of the PMBOK, which is compatible with the functions of management and technical activities of other methodologies, especially in its test stage; There the importance that represents the project managers to obtain satisfactory results in this phase, for its direct and significant impact on the fulfillment of the time and cost estimates, allowing you to prevent or mitigate, additional time or cost overruns by reprocessing, avoiding to be transferred to the customer or assumed by the software manufacturer. Also, ensure proper implementation of the testing phase and testing, ensuring that the project meets quality standards, according to their measurement indicators and customer satisfaction.

Key words

Project management, Engineering software, PMBOK, Testing, Estimation

Contenido

Introducción	11
1. Marco Conceptual	13
1.1 Sectores de Talla Mundial	13
1.2 Industria del Software y BPO en Colombia	16
1.3 Colombia frente a Latinoamérica	19
1.4 Sector Software y BPO: impacto regional en el programa de Transformación Productiva (PTP) en Antioquia	23
1.5 Metodología en el desarrollo de Software	30
2. Método de solución	35
3. Presentación y análisis de resultados	38
Conclusiones	105
Referencias	108
Apéndices	114
Apéndice A. Consentimiento informado	114
Apéndice B. Entrevista semi-estructurada empresarios	115
Apéndice C. Entrevista semi-estructurada líderes de opinión	117
Apéndice D. Guía práctica para la gestión de proyectos y la implementación de Pruebas de software a partir del PMBOK y la práctica del ProTest	119

Lista de Tablas

Tabla 1. Empresas que aplican Business process Outsourcing (BPO) en América Latina	20
Tabla 2. Caracterización de la muestra, (n)	37
Tabla 3. Procesos y área del conocimiento PMBOK	88
Tabla 4. Convencionales	97
Tabla 5. Roles	99
Tabla 6. Estudio Preliminar	128
Tabla 7. Actividades relacionadas con la Planificación	129
Tabla 8. Actividades relacionadas con el seguimiento y control del proyecto	132
Tabla 9. Configuración del Entorno	133
Tabla 10. Diseño de las Pruebas	133
Tabla 11. Actividades en la Ejecución de las Pruebas	134
Tabla 12. Actividades en la Evaluación de las Pruebas	136

Lista de Figuras

Figura 1. Sectores de Talla Mundial por Sectores Estratégicos	15
Figura 2. Servicios de los tres segmentos BPO&O	17
Figura 3. Tamaño del mercado BPO	21
Figura 4. Mercado mundial en outsourcing	22
Figura 5. Tamaño del mercado BPO	22
Figura 6. Iniciativas Medellín Ciudad Clúster	28
Figura 7. Caracterización del negocio en Medellín y Antioquia	29
Figura 8. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos	33
Figura 9. Metodología SCRUM	44
Figura 10. Ciclo Sprints	45
Figura 11. Ciclo de Vida de un producto	52
Figura 12. Ciclo Deming	80
Figura 13. Modelo en Espiral	83
Figura 14. Fases del Proceso Racional Unificado	84
Figura 15. Iteraciones en número variable del modelo RUP	85
Figura 16. Estructura de desglose del modelo PMBOK	91
Figura 17. Diagrama de Actividad	97
Figura 18. Procesos de Dirección de Proyectos	121
Figura 19. Grupo de Procesos de Administración de Proyectos	121
Figura 20. Etapas de ProTest en el tiempo	127
Figura 21. Actividades en Estudio Preliminar	129
Figura 22. Actividades en la Etapa Planificación	130
Figura 23. Sub-etapas en cada Ciclo de Prueba	131
Figura 24. Actividades en la sub-etapa Seguimiento del Ciclo	132
Figura 25. Actividades de la sub-etapa Configuración del Entorno	133
Figura 26. Actividades de Diseño de Prueba	134

Figura 27. Actividades de Ejecución de las Pruebas	135
Figura 28. Actividades de la etapa Evaluación del Proyecto	136
Figura 29. Ciclo de vida de desarrollo en iteraciones	138

Introducción

La fase de prueba y ensayo dentro de un proyecto de software, está orientada a usar controladamente las funcionalidades del software ya desarrollado y no entregado al cliente, para garantizar que cubre las necesidades que se identificaron en fases anteriores. La metodología propuesta en este trabajo estuvo basada en la administración de proyectos de software, la estimación de proyectos de software y la metodología para la dirección de Proyectos bajo la guía metodológica del PMBOK.

En la propuesta metodológica, se parte de una revisión conceptual del contexto de la industria del Software en el mercado mundial, especialmente en Colombia, considerando el sector del software y el sector de tercerización BPO (*Business Process Outsourcing & Offshoring*, *BPO&O*), BPO por su impacto regional en el Programa de Transformación Productiva (PTP) en Antioquia, como uno de talla mundial; posteriormente, continuando con los objetivos previos, se analiza la teoría que actualmente existe con respecto a la administración de proyectos de software, estimación de proyectos de software, y dirección de Proyectos bajo la metodología PMBOK.

En el proceso de recolección de información, mediante fuente primaria, se implementó el método Delphi como técnica de comunicación estructurada o de predicción sistemático-interactivo, interactuando con los expertos de las empresas seleccionadas vía *Skype*, lo cual permitió analizar toda la información suministrada en torno a la metodología utilizada por dichas empresas en su proceso de desarrollo de software, específicamente en la fase de pruebas y ensayo, con base en la guía establecida en el PMBOK, incluyendo sus 42 pasos o metodología de trabajo.

Como resultado del estudio, se pudo validar, de acuerdo con los objetivos formulados, la afinidad en las percepciones de los participantes empresarios respecto a dos eventos fundamentales. En primer lugar, al coincidir en la composición o estructuración de los proyectos de desarrollo de software a partir de un conjunto de actividades o funciones de dirección o gestión, y las de tipo técnicas, propias de cualquier metodología de desarrollo. En segundo lugar, si bien los entrevistados tienen pleno conocimiento de la guía o metodología PMBOK, la consideran como un esquema genérico, que no riñe con otras metodologías, como SCRUM, *Crystal Clear*, Ciclo de Deming (*Deming Cycle*) o PDSA (PHVA), o Espiral de mejora continua, combinaciones con el método y actividades de gestión y operativas. En este sentido, fue común encontrar un vacío metodológico en la aplicación de las pruebas y ensayos, toda vez que las actividades inherentes a la dirección o gerencia del proyecto de desarrollo del software no atienden los pasos de forma explícita, tal como se sugiere a través de la metodología PMBOK; por el contrario, son agrupadas en etapas generales, que pese a que los resultados de implementación y control pueden ser exitosas, como producto entregable al usuario final, eventualmente pueden presentarse No conformidades que, al no ser identificadas en forma específica para evitar o al menos, mitigar dichas desviaciones, generan sobre costos por reproceso o desviaciones en lo proyectado.

El producto final de la presente investigación, considera las diferentes brechas o desviaciones que eventualmente pueden presentarse al momento de confrontar los programas y actividades presupuestadas con respecto a las ejecuciones reales al culminar cada fase de desarrollo y el consolidado final del software, es decir, dichas desviaciones fueron consideradas con beneficio de inventario para ofrecer al lector, expertos y no expertos sobre el tema, una metodología didáctica que les permita, en forma detallada, contar con un procedimiento o flujograma que sintetiza las 42 funciones propuestas por la guía metodológica PMBOK.

1. Marco Conceptual

1.1 Sectores de Talla Mundial

Coherente con la visión Conpes, desde el año 2007, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia (MINCIT), formuló un Programa de largo plazo con el objetivo de impulsar el sector productivo nacional a través del Programa de Transformación Productiva (PTP), compuesto por sectores estratégicos de la economía nacional. Este programa se consagró en la visión del MINCIT de la siguiente manera: en el 2010 el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, los sectores de talla mundial serán un eje fundamental del desarrollo económico del país, logrando un alto impacto en el crecimiento económico y convirtiéndose en el motor de la transformación productiva, duplicando las exportaciones, alcanzando niveles de USD12.500 millones de Inversión Extranjera Directa-IED-, triplicando el número de turistas internacionales y reduciendo en un 50% la informalidad empresarial del sector. (MINCIT, 2007).

En aquel momento existía una propuesta inicial de ocho (8) sectores en los cuales se percibía un crecimiento empresarial y a los que se refería este programa como sectores de “Talla Mundial”, es decir, sectores que tenían una alta demanda a nivel internacional y que contarían con un crecimiento de por lo menos 10 veces.

Como respuesta a las necesidades de los mercados internacionales, al incremento de la fuerza laboral y al aprovechamiento de proyectos como el Programa de Transformación Productiva, en Colombia se han venido dando grandes cambios en los sectores estratégicos, que buscan generar oportunidades para la industria local. En ese sentido, el sector de Software y *Business Process Outsourcing* (BPO) han tenido un crecimiento sostenido, resultado de la demanda de compañías que invierten en el país y de compañías locales que ven en la tercerización de servicios de desarrollo de software y asociados a las TICs, una oportunidad de

crecimiento, rentabilidad y plataforma de exportación para América Latina, Estados Unidos y Europa, ofreciendo servicios de tercerización. (Proexport, 2013), (hoy Procolombia).

Según Massun, (2011), la contratación de procesos parciales se ha ido sustituyendo, desde inicios de la década, al considerar que el verdadero costo/beneficio se encuentra en la tercerización de procesos integrados que permitan, a la vez, una real reducción de costos de operación, esto es, al lograr trasladar el mayor número de operaciones que no hacen parte de la actividad principal empresarial, permitiendo un mayor control en los indicadores de gestión al interior de la contratación, logrando, adicionalmente, trasladar niveles de ineficiencia interna, o a lo sumo, direccionar los programas de capacitación del cliente interno hacia la actividades propias de su especialidad.

Los sectores de alto valor agregado en aquel momento eran autopartes, industria gráfica, energía eléctrica, bienes y servicios conexos, textiles, confecciones, diseño y moda, servicios tercerizados (*BPO & Offshoring - BPO&O*), *software* y servicios de TI, cosméticos y artículos de aseo, y finalmente, turismo de salud. Estos últimos cuatro sectores eran considerados sectores emergentes y de prioritaria inversión dentro del PTP (MINCIT, 2007). En el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014, se identificaron las llamadas cinco locomotoras del crecimiento, las cuales llevarían el País a un “crecimiento económico de 6,2%, un crecimiento de la productividad total de los factores de 1,6% y una tasa de inversión de 30%” PND (2010). Estas llamadas locomotoras fueron la columna vertebral del crecimiento propuesto para jalonar la economía del País: infraestructura, vivienda, agro, minería e innovación. (Estupiñán, 2011).

El Programa de Transformación Productiva incluyó cuatro (4) sectores: camaronicultura, carne bovina, chocolatería, confitería y sus materias primas, palma, aceite, grasas vegetales y biocombustibles. Estos sectores buscan impactar positivamente la generación de empleo en el

país y el crecimiento de la economía colombiana, con un actor primordial para el apalancamiento empresarial a nivel internacional. (Procolombia, 2014).



Figura 1. Sectores de Talla Mundial por Sectores Estratégicos. *Fuente:* elaboración propia. Tomado del PTP del año 2014.

Es importante anotar que, a partir del 2011, el MINTIC incorporó en el Programa de Transformación Productiva otros sectores de talla mundial: lácteos, turismo de naturaleza, hortofrutícola y el metalmecánico, siderúrgico y astillero. Estos 20 sectores son considerados el motor que propiciará el crecimiento del país, con una planeación de explotación y apoyo que fortalezca la proyección internacional de los mismos y el reconocimiento de Colombia como un país en crecimiento. (PTP, 2011).

Así, se pretende acelerar el crecimiento empresarial y la apertura de nuevos mercados fuera de Colombia con base en los sectores que han sido identificados como los que más crecen en el país. Adicionalmente, los planes nacionales de gobierno han intentado lograr una aplicación más acertada de sus estrategias a nivel nacional, local y regional, con el fin de lograr tales objetivos.

Según Fabrizio (2012), considerando los sectores anteriores, la categoría *Software* y BPO, han mostrado una tendencia de diferenciación estratégica respecto a los demás sectores catalogados de talla mundial, toda vez que quienes participan o, se preparan para participar en

este sector, es el llamado a estimular alianzas estratégicas a nivel de socios o aliados que propenden por garantizar al empresario contratante, un real retorno sobre su inversión (ROI) (por sus siglas en inglés *Return on investment*), es decir, este sector logrará su diferenciación, no sólo cuando los empresarios se enfrenten a épocas de crisis o situaciones de estacionalidad en respuesta a los mercados atendidos (como se viene haciendo hasta ahora), sino que consideren la tercerización de servicios especializados como el *software* y algunos estandarizados en BPO, como una Unidad Estratégica de Negocios (UEN); o, al menos, como un centro de costos, propio de gerenciar y optimizar, no obstante se encuentre en cabeza de terceros, pues la idea es que el empresario endose, por decirlo de alguna forma, actividades y procesos que se encuentran fuera de su *core business*.

1.2 Industria del Software y BPO en Colombia

En Colombia, la industria *Software* y BPO se ha venido desarrollando en diversas líneas de negocios, desde la oferta del servicios: ITO (*Information Technology Outsourcing*), BPO (*Business Process Outsourcing*) y KPO (*Knowledge Process Outsourcing*). Los servicios ofrecidos mediante el sistema BPO1 - *Business Process Outsourcing* o Tercerización de Procesos de Negocio, permiten trasladar recursos basados o intensivos en TICs, para su administración y gerencia; normalmente, bajo esta modalidad se atienden servicios *Front Office* y *Back Office*; los primeros, referentes al personal de Primera Línea o personal de contacto directo con el cliente, caso de las barras comerciales o funciones de *Contact Center* y *Call Center*. En tanto, el *Back Office*, ofrece servicios de tipo operativo interno, normalmente en aquellas actividades de apoyo a la Cadena de Valor, Porter (2004); las áreas de mayor demanda en esta modalidad de contratación se refieren a las financieras, cartera, archivo o el mismo soporte y administración de

páginas web y programas de CRM (*Customer Relationship Management*), o relación con clientes. (Liz, 2003).

Por su parte, los portafolios ofrecidos en Colombia bajo la modalidad *Knowledge Process Outsourcing* (KPO) o Tercerización de Procesos de Conocimiento, entre ellos el desarrollo de *Software* estandarizados y a la medida o necesidades del cliente, se han fortalecido gracias a la generación de competencias académicas, en materia de conocimiento en *Software* y tecnología en general sobre las TICs.



Figura 2. Servicios de los tres segmentos BPO&O. Fuente: (Fabrizio, 2012, p.21). Línea Base en Sostenibilidad 2012 (BPO&O).

En cualquiera de sus modalidades, las exigencias de la contratación por tercerización se han basado en sus mismas ventajas competitivas hacia la reducción de costes de la operación, lo que se ha venido logrando en varias dimensiones: primero, el portafolio de servicios ofrecido en la tercerización, caso *Software*, corresponde a la filosofía de los *partners* del cliente, quienes son los que desarrollan su propio portafolio, de acuerdo con las necesidades del cliente, mediante

propuestas integrales de soluciones BPO. En esta primera etapa lo que se pretende es lograr apoyo en el mejoramiento continuo de aquellos procesos considerados críticos para el cliente, es decir, los que no agregan valor a su misión comercial, o que de otra forma, sería altamente costoso preparar toda una infraestructura en tecnología y capacitación de su mano de obra, máxime considerando que los nuevos desarrollos de *Software* demandan mano de obra especializada de alto valor. En segundo lugar, ha sido común para empresarios colombianos que cuentan con operaciones internacionales, y además domésticas, contar con BPO desarrollados en contextos internacionales, es decir, allí prima la Red Global, mediante la cual el industrial del sector BPO, ofrece localizaciones estratégicas en países y ciudades donde el empresario tenga su operación.

Estas son Operaciones de tipo *Offshore* y *Nearshore*, es decir, la industria se ha convertido en una extensión de línea o centro de costes del cliente que ofrece coberturas nacionales e internacionales (en muchos casos desde unas mismas locaciones). Estas operaciones, de alto valor y de generación de ventas competitivas, se logran, en la medida en que el empresario de desarrollo de *Software* y BPO, ha fortalecido, no sólo su red de cobertura global, sino que se ha apalancado financiera y operativamente con equipos de profesionales globales y una estructura de costes dinámicos.

Otro elemento importante en la negociación, ha sido el Capital Humano, respecto a lo cual Colombia se ha convertido en centro de interés para multinacionales al incursionar en esta industria, gracias a la oferta intensiva de mano de obra calificada en las competencias de desarrollo de *Software*, las TICs y BPO en particular; según Garcés (2012), de las más de 2.600 empresas que se han asentado en Colombia, permiten a este sector ingresos anuales por 1,2 billones de dólares y generar 120 mil empleos. Esto es, la presión a las altas tasas de desempleo

registradas en Colombia en los últimos 10 años, se ha logrado precisamente por la incursión de esta industria. (DANE, 2013).

No menos importante es en este estratégico tema el proceso de contratación bajo tercerización, ha sido la experiencia que se ha adquirido por multinacionales y locales, expertos en la provisión de servicios *outsourcing* alineados con los objetivos del cliente y flexibles a sus requerimientos, es decir, se ha logrado consolidar un *expertise* en conocimiento de cada sector empresarial a atender; de la mano de este requisito, y no como un valor agregado, sino como estructura de un portafolio BPO integral, es la calidad ofrecida por el socio estratégico, a la vez, sinónimo de Confidencialidad y Seguridad, como elementos diferenciadores e influenciadores en este tipo de negociaciones, y soportada por estándares e indicadores internacionales bajo las diversas normas, caso específico ISO 27001 y el PMI (*Project Management Institute*) como organización que establece criterios y estándares para la gestión de proyectos de alto valor como el desarrollo de *Software*.

En síntesis, Colombia ha logrado desarrollar la industria a través de participantes nacionales e internacionales, logrando alinear sus procesos a las mejores prácticas mundiales por medio del modelo de gestión COPC (*Customer Operations Performance Center*), como un moderno sistema global integrado para la gestión operativa del *marketing* relacional, a partir de cuatro ejes diferenciados en: liderazgo, planeación, procesos, recurso humano y desempeño, lo que ha generado un sector modelo de talla internacional, permitiendo la toma de decisiones acertadas.

1.3 Colombia frente a Latinoamérica

La industria de desarrollo de *Software* y BPO ha logrado transcender las fronteras nacionales, que hasta casi dos décadas atrás, era casi exclusividad de los países desarrollados, los

que ahora, han logrado identificar oportunidades de desarrollo empresarial en países en desarrollo, específicamente latinos, por razones de sus ventajas comparativas en cuanto a la intensidad de mano de obra ofrecida, aparte de los costes y la legislación laboral estable, como el caso colombiano.

En este contexto de internacionalización, los países latinos le han apostado a la tercerización, con los mismos objetivos que se persiguen en cualquier otro escenario, al entender la tercerización de la industria del *Software* y BPO como una de las alternativas conducentes a mejorar su nivel de competitividad vía reducción de costes y mitigación a reproceso.

Como lo afirma Hernández (2011), cuando los procesos son “entregados” a un proveedor para su manejo y control, éste se encargará de capturar el mayor número de clientes posibles, logrando la eficiencia de esta parte del negocio.

Sus pares competidores, de igual forma, le vienen apostando a portafolios hoy muy estandarizados. Vale la pena observar algunas coberturas de estos participantes en un sector, que, en cuanto a las barreras de entrada expuestas en las Fuerzas de Mercado por Porter (2002), son la tecnología y el conocimiento las más importantes.

Tabla 1. *Empresas que aplican Business process Outsourcing (BPO) en América Latina.*

País	Accenture	IBM	EDS & HP	Infosys	TCS (Tata consultancy services)	Capgemini
Colombia		X			X	
Brasil	X		X	X	X	X
México	X		X	X	X	
Ecuador					X	
Perú					X	
Costa Rica		X	X			X
Argentina		X	X		X	

Fuente: recuperado de (Hernández, 2011, p.77).

No obstante, este mapa de coberturas, se viene estimulando en un mayor número de participantes en el sector del *Software* y BPO, la última década de desarrollo de la misma en América Latina y Asia, que se han convertido en verdaderos referentes de confianza para nuevas inversiones mediante Inversión Directa Extranjera (IDE) por parte de los países inversionistas. Ante este alentador escenario, Colombia no ha estado exenta de la mira de dichos inversionistas, gracias a su permanente innovación, estabilidad laboral, y una mano de obra intensiva, no sólo en proceso operativo de tipo apoyo comercial, como los *Call Centers*, sino en competencias de desarrollo y administración de *Software*. (Fabrizio, 2012).

A nivel de impacto económico, la industria ha sido un importante tributante en el sector servicios respecto al PIB de la Región. Este comportamiento, en cifras, da cuenta del éxito que se ha venido logrando en el sector, gracias a la estandarización de sus procesos, sus niveles de experiencia, y su propuesta integral en el desarrollo de las modalidades. En Colombia, la industria *Software* y BPO se ha venido desarrollando en diversas líneas de negocios desde la oferta del servicio: ITO (*Information Technology Outsourcing*), BPO (*Business Process Outsourcing*) y KPO (*Knowledge Process Outsourcing*).

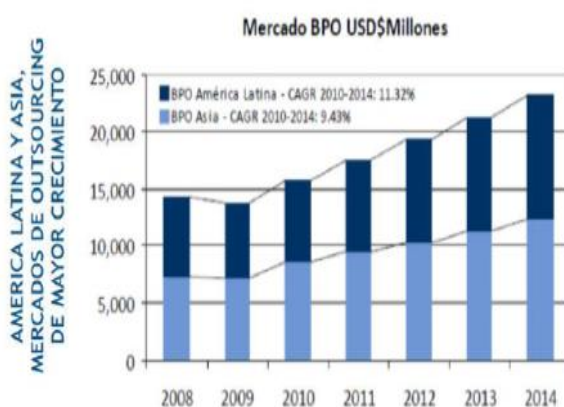


Figura 3. Tamaño del mercado BPO. Fuente: Tomado de <http://www.statista.com/statistics/189788/global-outsourcing-market-size/>

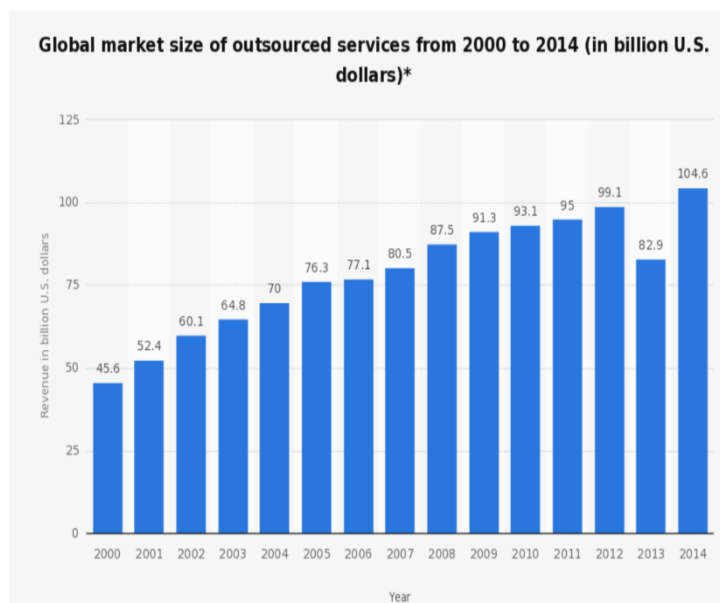


Figura 4. Mercado mundial en outsourcing. *Fuente:* Tomado de <http://www.statista.com/statistics/189788/global-outsourcing-market-size/>

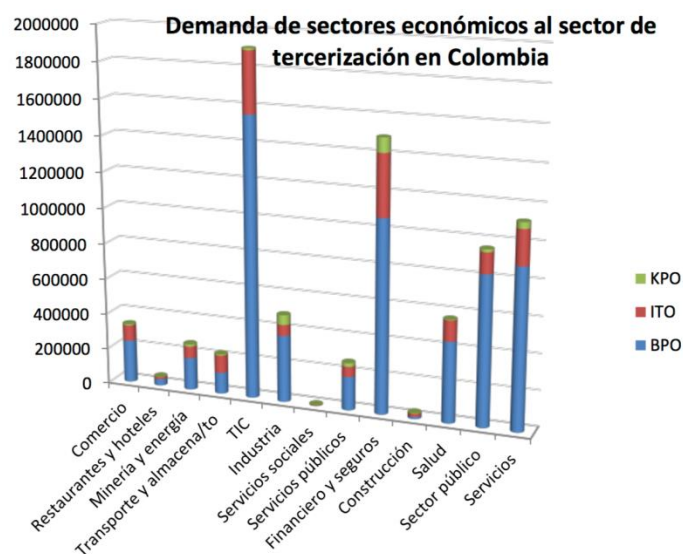


Figura 5. Tamaño del mercado BPO. *Fuente:* Tomado de <http://www.statista.com/statistics/189788/global-outsourcing-market-size/>

Vale destacar cómo la participación de Colombia en la industria de servicios, para el año del 2010, obtuvo una importante figuración en la categoría *offshore*, superando toda expectativa, gracias a las ventajas competitivas que le ofrecieron sus nuevas adopciones tecnológicas, tanto en TICs, como en la incorporación de mano de obra cada vez más capacitada y certificada en la operación y administración de voz y datos.

1.4 Sector *Software* y BPO: impacto regional en el programa de Transformación Productiva (PTP) en Antioquia

El crecimiento de Colombia en la industria del *Software* y las tecnologías de la información ha sido notable y su reconocimiento ha cruzado fronteras. Su consolidación es indudable como parte de la estrategia, que parte del PTP para la creación de valor agregado y el posicionamiento a nivel internacional. Parte de este reconocimiento se puede atribuir al esfuerzo en conjunto de los empresarios, el gobierno y la academia. (PTP, 2011). En esta misma línea, uno de los reconocimientos más destacados es el de *Business Software Alliance*¹, la cual ha señalado que Colombia es el país con la tasa de piratería más baja de la región.

Una de las estrategias de ciudad que se ha venido fortaleciendo en los últimos años y que merece reconocimiento a nivel nacional fue la liderada y financiada por la Alcaldía y La Cámara Colombiana de Comercio de Medellín para Antioquia, con el apoyo y cooperación de empresas, compañías e instituciones asociadas a campos y áreas particulares, llamada Comunidad *Clúster*.² Gracias al Programa de Transformación Productiva, en Antioquia se han creado varios programas y proyectos que buscan generar mayor productividad empresarial.

¹ Business Software Alliance (BSA), es la organización sin ánimo de lucro creada para promover los objetivos de la industria del *software* y la más importante dedicada al desarrollo de un mundo digital, seguro y legal. (*Business Software Alliance*, 2013)

² Los clúster son comunidades de empresas e instituciones, ubicadas en un espacio geográfico definido que actúan en una determinada actividad productiva, los cuales agrupan gran variedad de industrias y entidades relacionadas para generar una mayor competitividad en el mercado. Cultura E, Medellín, (2013).

Es de resaltar el esfuerzo del Estado por mejorar la competitividad de las Pymes; sin embargo, esta tarea se complica cuando un gran número de empresarios no están dispuestos a realizar inversiones que garanticen en el tiempo servicios y productos de talla mundial, apoyados en la innovación y desarrollo tecnológico. Así mismo, y pese a lo mucho que se habla del “capital intelectual”, pocos ejecutivos captan la verdadera naturaleza de la empresa creadora de conocimiento, y menos aún, saben cómo manejarla. En algunos casos, esos empresarios se aferran a justificaciones como las siguientes:

- Los cambios son tan rápidos que las Pymes no logran adaptarse antes de que se genere una nueva tendencia en el mercado.
- Los procesos de innovación requieren de inversión en capital y tiempo, y lo que se requiere son resultados inmediatos.
- Se priorizan proyectos que respondan a necesidades de los socios de la compañía, en términos de rentabilidad inmediata.
- Se desconocen programas y proyectos en pro de la innovación en Pymes.

Estas justificaciones han dejado cada vez más relegada la innovación y el desarrollo tecnológico en las Pymes, y en ese sentido, Kaplan y Norton, (1996), señalan que los métodos para medir los resultados de una empresa influirán de manera determinante sobre si la empresa persigue sus objetivos estratégicos. En ese mismo orden, en el caso de las Pymes del sector TICs, es fundamental la capacidad de adaptación al entorno, y por supuesto, la capacidad de cambiar el entorno a través de procesos de innovación; es por eso que la dirección estratégica de la Pymes de ese sector debe estar en contacto permanente con el entorno, planear a largo plazo y tomar decisiones de acuerdo con sus capacidades, lo que permitiría avanzar sin perder la perspectiva estratégica planteada por el Gobierno Nacional.

Desde el 2007, el MINCIT formuló un Programa de Largo Plazo a través de su Programa de Transformación Productiva, el cual permite a los empresarios obtener resultados extraordinarios a partir de pensar diferente y actuar diferente. Este proceso no tiene fin, porque el país requiere constante crecimiento de su economía y nivel de empleo. (MINCIT, 2011). Sin embargo, el sector empresarial, específicamente las Pymes antioqueñas, han tenido que enfrentar situaciones “turbulentas”, que las han obligado a generar grandes cambios en la definición de proyectos o de metas a largo plazo; es allí en donde los empresarios han tenido que reformular la manera de pensar estratégicamente, para poder adaptarse al entorno cambiante.

En Antioquia, las MiPymes representan el 96.4% de los establecimientos empresariales y generan el 80.8% del empleo en los diferentes sectores productivos. La gran mayoría tienen establecido como factor primordial de competitividad la diversificación de productos, la realización de alianzas, la conquista de nuevos mercados, la disminución de costos, y otras estrategias que permiten satisfacer las necesidades del mercado y generar en el corto plazo ingresos que pueden satisfacer las expectativas de los *stakeholders* de la empresa. En esta categoría Pymes, las estrategias diseadas desde el programa Ciudad Clúster, les ha contribuido con un importante crecimiento en la participación del desarrollo de *Software*, gracias a su participación activa en esta industria.

Es preciso señalar que el desarrollo económico territorial es un planteamiento estructural o sistémico que considera a la organización como parte de un sistema, en donde existen relaciones de interdependencia entre ella y todo en lo que está integrado. Es decir, no compete la empresa aislada, sino la red y el territorio. (Albuquerque, 2004).

Es así que el marco común que contiene a los distintos modelos de organización productiva está delineado por la concepción de la competitividad, no como un fenómeno exclusivamente

asociado con las posibilidades y los comportamientos individuales de los agentes, sino que involucra territorios y redes de empresas e instituciones; Bercovich, (2006). Se ha reconocido que dichas organizaciones productivas juegan un papel relevante en los procesos de crecimiento y cambio estructural, dado que impulsan la formación de externalidades, rendimientos crecientes y desarrollo económico. (Vásquez, 2000). En ese sentido, son pocas las empresas que han sacado provecho de los diferentes programas que ha ejecutado el gobierno actual en el marco del Programa de Transformación Productiva, como las mejoras de prácticas aduaneras, facilidades para el acceso a mercados, contacto con fondos de Capital Riesgo y mayor acceso a los servicios financieros.

De igual manera, la Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia adoptó el programa Medellín Ciudad Clúster para el apoyo a procesos de Innovación y Desarrollo Tecnológico. (MINCIT, 2011). Dicho programa buscó definir un modelo de Direccionamiento Estratégico, fundamentado en la innovación y el desarrollo tecnológico, que permitiera establecer factores clave de éxito para garantizar en el largo plazo el trabajo en red, el desarrollo de procesos innovadores y la sostenibilidad empresarial de la Pymes.

En el año 2011 nació en la ciudad de Medellín el *Clúster* TIC, liderado por la Cámara de Comercio, apoyado por la Alcaldía de Medellín y los empresarios vinculados al sector. El objetivo principal de este clúster es incrementar la competitividad en los segmentos de tercerización de servicios de alto valor agregado (*Smart services, Outsourcing y Creative Transmedia*), y toda una industria de desarrollo de *Software*, para lo cual se diseñó un modelo de gobernabilidad, que ha logrado darle mayor dinámica al clúster a través de prácticas innovadoras para el acceso a nuevos mercados y desarrollo de nuevos modelos de negocios.

No es coincidencia que la Comunidad *Clúster* haya definido dentro de su estrategia la formación de seis (6) *Clúster* Estratégicos para el desarrollo económico y empresarial de Antioquia, fórmula que parte por reconocer que el crecimiento de la región y sus empresas le permite al país lograr su desarrollo, y desde luego, se combina con las estrategias del PTP del Gobierno Nacional.

Estos *Clúster* están enfocados en las actividades económicas en las cuales Medellín y la región cuentan con un nivel de competitividad mayor, que propicien un crecimiento empresarial elevado. (Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, 2012).

El núcleo del *Clúster* pretende a través de la concentración de empresas como, la académica, entidades de apoyo, organismos gubernamentales, *stakeholders* y otras entidades, fomentar oportunidades en el mercado, propiciar el fortalecimiento empresarial, transferir el conocimiento específico y las buenas prácticas y experiencias que resultan del trabajo colectivo e institucional a través de la comunidad *clúster*, todo ello con el fin de lograr una mayor competitividad regional, generando empleo y rentabilidad empresarial a través de la participación de los proyectos de cooperación.

En este sentido, la ciudad de Medellín y la Región poseen un potencial enorme en el tema de tercerización de servicios de alto valor agregado. Sumando las capacidades en las áreas de ingeniería, arquitectura, servicios de salud, desarrollo de *Software* y las TICs en general, que representan los *Clúster* de Energía Eléctrica, Servicios de Medicina y Odontología, Construcción y TICs fundamentalmente, se pueden desarrollar modelos de negocios soportados por plataformas tipo “*cloud*” o de computación en nube, permitiendo, bajo esta metodología colaborativa y de integración estratégica, la exportación e internacionalización de dichos servicios a otros países.

Bajo el escenario anterior, ha sido la Secretaría de Competitividad de Medellín la institución que ha venido liderando el aprovechamiento de las diversas oportunidades en el mercado y direccionando los cambios en el negocio global de *outsourcing* para el desarrollo de *Software*, TI y BPO, logrando su crecimiento a grandes ritmos, en la búsqueda de un mayor y definitivo desarrollo en respuesta a las nuevas oportunidades de servicios avanzados. (Secretaría de Competitividad, 2014).

El concepto tradicional del mercado de *outsourcing* está cambiando sus necesidades (*del “offshore low cost” al “Global Delivery”*, con estrategias mixtas coste/valor), por lo que el país, y particularmente Medellín y Antioquia, en respuesta al Plan Estratégico-PLANEA- tienen una oportunidad de posicionamiento de “valor” con servicios de *Software*, KPO y ESO, si saben vender su “*expertise*” diferencial (energía, salud, seguridad, construcción, TICs).

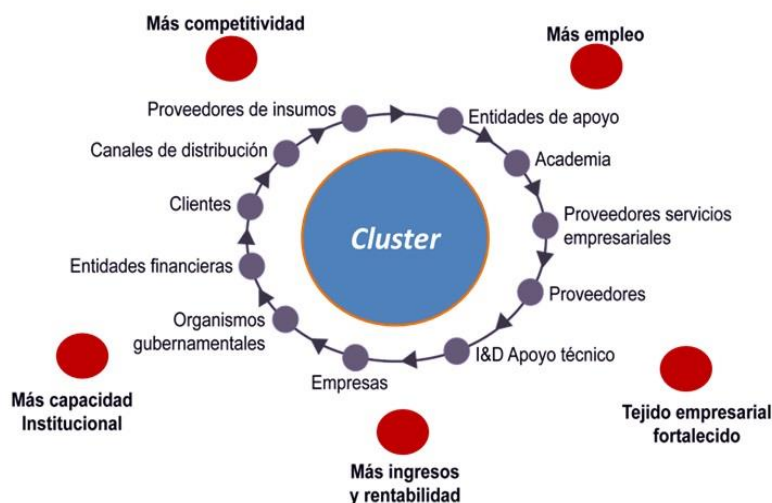


Figura 6. Iniciativas Medellín Ciudad Clúster. Fuente: (Medellín Ciudad Clúster, 2014, p.17).

Entre los más importantes retos vía internacionalización, se viene apostando a los siguientes, de cara al 2019:

- Aprovechamiento del crecimiento de la demanda local (crecimientos actuales no son sostenibles a largo plazo a nivel local).
- Sofisticación y especialización de servicios (de centro de coste generalista a centro de competencia especializado en Latinoamérica).
- Internacionalización de la oferta (ampliar el negocio a nivel de Latinoamérica).
- Acceso a recursos humanos capacitados (saturación a corto y largo plazo de la oferta en recursos humanos necesarios).

La figura 7 visualiza el comportamiento actual de la región en materia de tercerización y fortalecimiento de sus TICs.

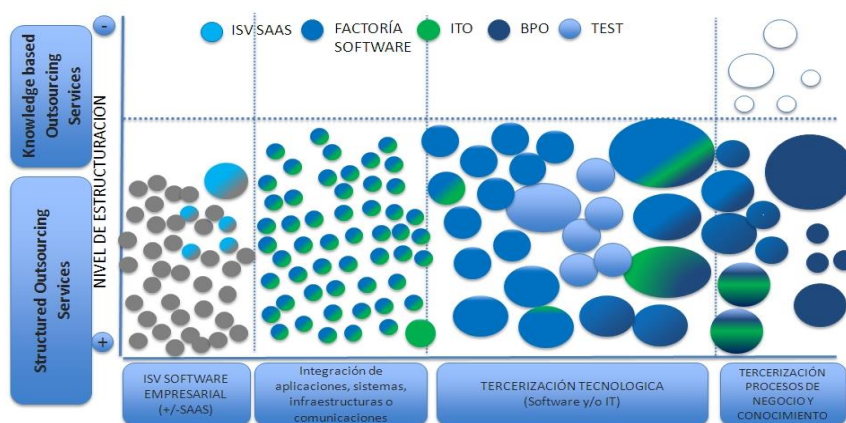


Figura 7. Caracterización del negocio en Medellín y Antioquia. Fuente: (Ciudad Clúster, 2014, p.19).

Como se puede apreciar, la Factoría de *Software* o desarrollo de *Software* se ha convertido en uno de los activos estratégicos transversales en los negocios de alto conocimiento y valor agregado. En este sentido, el desarrollo de la industria de *Software* y BPO, como un sector de clase mundial en Antioquia, coincide con la teoría de Porter (2002), puesto que la promoción de este tipo de industrias que generan crecimiento y valor agregado a las economías, fortalece la ventaja competitiva del país y la región, y además permiten crear el escenario ideal que incite a

las empresas (locales o extranjeras) a utilizar el país/región como plataforma para la internacionalización del sector.

Retomando de Porter (1990), la teoría “*Diamante de la Competitividad Nacional*”, se pueden determinar las fuerzas competitivas que tiene Antioquia para desarrollar la industria de *Software*, y en general de BPO en la región. A groso modo, se puede decir que la existencia de recurso humano diverso y calificado, la cantidad de población en edad de trabajar, los bajos costos de mano de obra, los beneficios que ofrece el Gobierno en la parte impositiva, un sector privado bien estructurado, la presencia de entidades de apoyo, el buen ambiente para hacer negocios, el crecimiento generalmente sostenido en los últimos años, son puntos claves y hacen de la región un lugar atractivo para establecer y desarrollar la industria de *Software* y BPO, enfocadas en sus ventajas competitivas y comparativas de región, en su propósito decidido de internacionalización de ciudad, máxime hoy posicionada como la ciudad más Innovadora.

1.5 Metodología en el desarrollo de *Software*

Según Jones (1998), la estimación de tiempos y costos de *Software* “es simple en teoría”, pero difícil y compleja en realidad. Mientras más grande el proyecto, más factores habrá que deben ser evaluados. La dificultad y la complejidad requerida para las estimaciones acertadas de proyectos de *Software* grandes, exceden las capacidades de la mayoría de los *project managers* de *Software* para producir estimaciones manuales efectivas. En particular, la estimación acertada de proyectos grandes tiene que abarcar el trabajo de no codificación (Pruebas y Ensayo).

Las herramientas comerciales de estimación de *Software* están lejos de ser perfectas y ellas también pueden equivocarse. Pero la estimación automatizada frecuentemente supera a las estimaciones humanas en términos de exactitud y siempre en términos de velocidad y rentabilidad. Sin embargo, ningún método de estimación está completamente libre de error.

La actual mejor práctica para la estimación de proyectos de *Software* debe usar una combinación de herramientas de estimación de *Software*, pero paralelamente, debe existir la administración de proyectos de *Software* y la dirección cuidadosa de teorías de gerencia de proyectos. De acuerdo con Jones (1998), la metodología que se pretende construir para la gestión de la fase de pruebas y ensayo, debe estar sustentada en la administración de proyectos de *Software*, tanto en sus fases operativas como en las de gestión o dirección.

La administración de Proyectos, Según Avella Ibáñez (2011), tiene las siguientes etapas: análisis, diseño arquitectónico, diseño detallado, codificación y pruebas, y ensayo. Al interior de la fase de pruebas y ensayo, también Avella Ibáñez (2011) plantea que las fases son: ejecución de los casos de prueba, reporte de errores encontrados, corrección de errores, verificación de errores y ejecución de pruebas de regresión total o parcial.

Según Velandía (2011, p.88), los objetivos de una fase de pruebas y ensayo de un proyecto de *Software*, son:

- Diagnosticar si el código está bien construido, y si permite realizar adaptaciones a la nueva realidad (Pruebas de código).
- Probar si los sistemas elegidos serán capaces de asumir un incremento de carga, por volumen y número de usuarios (pruebas de rendimiento). Un claro ejemplo es que de repente, con el nuevo sistema, los tiempos de navegación se vuelven lentos y trabajar con los sistemas se convierte en un calvario. Esto puede provocar que los clientes se desanimen a entrar en las aplicaciones ofrecidas y bajen las ventas. Por ello, hay que garantizar que los rendimientos del nuevo sistema estén dentro de los niveles acordados inicialmente, que deben ser superiores o iguales a los que se tenían antes de la nueva implementación.

- Verificar que los requisitos que actualmente se tiene en explotación sirven de verdad para las nuevas necesidades, y validar con el usuario su comportamiento teórico (pruebas funcionales).
- Asegurar que los cambios realizados no afecten a funcionalidades de los sistemas elegidos que ya estén funcionando (pruebas de regresión automatizadas). Una de las cosas que más impacta y desconcierta a los usuarios es que, no sólo es el nuevo sistema el que tiene errores, sino que también dejan de funcionar partes de las aplicaciones que habían funcionado siempre. Los usuarios no entienden (y no perdonan) que deje de funcionar lo que siempre ha ido bien.
- Verificar que todas las ampliaciones, cortes, modificaciones y cambios de plataforma, mantienen los niveles de seguridad y privacidad anteriores a la decisión de incorporar el nuevo *software*. Hay que garantizar, con un plan específico de pruebas de seguridad, que las nuevas aplicaciones no son vulnerables a ataques de seguridad. Y es muy importante que para hacer las pruebas de los sistemas se enmascaren los datos, de forma que no se usen datos reales (y altamente sensibles) que puedan afectar a la seguridad.

Según Jones (1998), la estimación de proyectos de *Software* es una actividad compleja, existe un crecimiento industrial de compañías dedicadas a ofrecer diferentes marcas comerciales de herramientas de estimación de costos en el mercado. A partir del 2005, algunas de esas herramientas de estimación son: COCOMO II, CoStar, CostModeler, CostXpert, KnowledgePlan®, PRICE S, SEER, SLIM y SoftCost. Algunas de las herramientas de estimación de costos más antiguas no están activamente en el mercado, pero todavía son utilizadas, tales como: CheckPoint, COCOMO, ESTIMACS, REVIC y SPQR/20, ya que su uso no es apoyado por los vendedores, por lo que su utilización está en declive. La recomendación de

Jones es utilizar una mezcla de las herramientas automáticas y las tareas manuales que los Gerentes de Proyecto suelen utilizar.

Según la guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (PMI, 2008), la dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas asociadas a las diferentes actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo. Lo anterior se logra mediante la aplicación e integración adecuada de los 42 procesos de la dirección de proyectos, agrupados lógicamente, que conforman los 5 grupos de procesos.

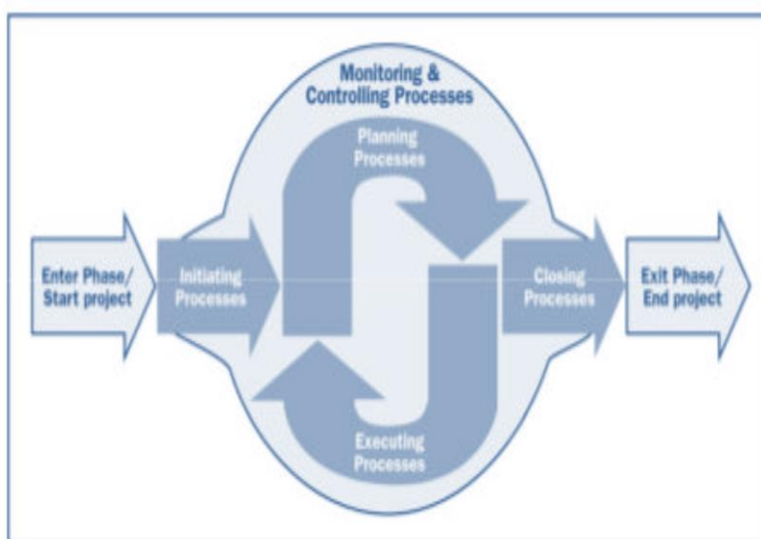


Figura 8. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. *Fuente:* (Guía del PMBOK, (2008, p. 3).

Estos cinco grupos de procesos, son:

1. Grupo del proceso de iniciación: aquellos procesos realizados para definir un nuevo proyecto o una nueva fase de un proyecto ya existente, mediante la obtención de la autorización para comenzar dicho proyecto o fase.

2. Grupo del proceso de planificación: aquellos procesos requeridos para establecer el alcance del proyecto, refinar los objetivos y definir el curso de acción necesario para alcanzar los objetivos para cuyo logro se emprendió el proyecto.

3. Grupo del proceso de ejecución: aquellos procesos realizados para completar el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto, a fin de cumplir con las especificaciones del mismo.

4. Grupo del proceso de seguimiento y control: aquellos procesos requeridos para dar seguimiento, analizar y regular el progreso y el desempeño del proyecto con el fin de identificar áreas en las que el plan requiera cambios e iniciar los cambios correspondientes.

5. Grupo del proceso de cierre: aquellos procesos realizados para finalizar todas las actividades a través de todos los grupos de procesos, a fin de cerrar formalmente el proyecto o una fase del mismo.

La combinación del análisis de las referencias de estimación de costos, estimación de tiempos, administración de proyectos de software, gestión de pruebas y ensayo y la guía de los fundamentos para la dirección de proyectos, Guía del PMBOK, permiten tener una marco de referencia para la construcción de la metodología para la gestión de pruebas y ensayo en proyectos de software.

2. Método de solución

A través del estudio Cualitativo, no probabilístico, que según Cabrejos (2000), es aquel que utiliza preferente o exclusivamente información de tipo cualitativo y cuyo análisis se dirige a lograr descripciones detalladas de los fenómenos estudiados, se determinaron las fuentes de información, que como lo expresa Sampieri (2012), pueden ser: secundarias y primarias. Inicialmente, a las fuentes de tipo secundarios, mediante referencias bibliográficas relacionadas con la administración de proyectos, al igual que la búsqueda de antecedentes, como estudios afines presentados como monografías y tesis doctorales, también artículos de revisión acerca de la gestión de la fase de pruebas y ensayos, y la estimación de costos y tiempos de proyectos de *Software* que permitieran consolidar las bases de la metodología implementada.

En un segundo momento, se acudió a la fuente primaria, es decir, aquella recolectada directamente del sujeto de estudio, que para el caso obedeció a las empresas líderes de Medellín y el Área Metropolitana desarrolladoras de *Software*. Esto es, la población de estudio estuvo conformada por 13 empresas de la categoría. (Cámara de Comercio, 2014). De dicha población, mediante la técnica de selección por conveniencia, según Briones (2004), por su caracterización en cuanto la metodología desarrollada en producción de *Software*, tanto en los métodos o modelos PMBOK, Scrum, Kanban o Scrumban, entre otros, se logra obtener una muestra (n) de las siguientes cuatro (4) empresas: ADA S.A., I.A.S. INGENIERÍA, PSL, CEIBA SOFTWARE. Adicionalmente, con el fin de contar con la posición de expertos, se consideró INTERSOFTWARE, como Red de Empresarios de *Software* a nivel país; esta última, por la heterogeneidad y cobertura en la representación gremial.

Por ser el estudio de tipo Cualitativo (de percepción), y de acuerdo con el objetivo general del estudio, se implementó el *método Delphi* como técnica de comunicación estructurada o de

predicción sistemático- interactivo, mediante la realización de un panel de expertos, como técnica proyectiva. La decisión de emplearlo se basó en su propia filosofía de utilizar juicios de expertos en tecnología, considerando las respuestas a un cuestionario para examinar las probables orientaciones del desarrollo de tecnologías específicas, y para el caso que ocupa el presente estudio, el modelo empleado para las pruebas de ensayo, previas en el desarrollo del Software.

Su implementación se basó en la construcción de un cuestionario (en este caso, semiestructurado) para ser contestado por expertos sobre el tema, como se analizará posteriormente. En este sentido Scott (2001), hace referencia al análisis lógico que se demanda en este tipo de cuestionarios que permiten concluir acerca de las proyecciones de atributos tecnológicos y sociales.

Por lo especializado del tema y el perfil de los participantes, se logró la ejecución del Cuestionario en 3 sesiones vía *Skype*, con el fin de lograr conceptos firmes de los actores participantes y formular las conclusiones con argumentos soportados en dichas percepciones.

Esta entrevista permitió mayor proximidad y confianza en las partes, pues mediante el empleo de la herramienta tecnológica *Skype*, no se viola el principio de privacidad y confidencialidad en la información que se declare en el conversatorio, a la vez permitió mayor flexibilidad al entrar a sondear (*profundizar*), a partir de preguntas filtro y de contenido en torno al objetivo central del estudio. (Méndez, 2006).

Para una mejor contextualización a ofrecer al lector, a continuación se presenta una descripción de cada empresa participante.

Tabla 2. Caracterización de la muestra, (n)

Nombre	Sector/Categoría	Mercado atendidos	Portafolio relevante
ADA S.A.	TICs, Software y Servicios	Gobierno, Pymes	SicofERP, Sistemas ERP Pymes, BPO
I.A.S. INGENIERÍA	Aplicaciones y software	Pymes	ERP, Soluc. Emp. BPO
PSL	TICs, Software y Servicios	Todo sector y actividad	Soluciones ERP (Robustas)
CEIBA	Aplicaciones y software	Sector solidario, Pymes	ERP, Soluc. Integral Insumos tecnológicos
INTERSOFTWARE	Corporación sin ánimo de lucro	Corporados (29) (Naturales, jurídicos TESTING. (Miembros de HASTQB)	TICs, ERP, BPO

Fuente: Elaboración propia, según Cámara de Comercio Medellín (2014).

En consecuencia, se inicia con algunas preguntas y de acuerdo con la respuesta, se procedió a sondear (*profundizar*) sobre las respuestas ofrecidas por el entrevistado, tanto empresarial, y expertos consultores. A continuación se presenta el instrumento, tal como fue ejecutado, luego de adicionar algunas preguntas formuladas en el desarrollo de la Entrevista, caso específico acerca de la aplicación o no de metodologías conocidas en el sector, como RUP, XP o MFS para el desarrollo de proyectos de *Software*, al igual que sobre la utilización o no de aplicaciones informáticas para la estimación de tiempos y costos de proyectos de *Software*.

(Ver Apéndice A. Instrumento aplicado)

3. Presentación y análisis de resultados

De acuerdo con la técnica y el instrumento utilizado, los resultados serán analizados con respecto a la Entrevista Semiestructurada, mediante la utilización del *Análisis de Contenido*; es decir, se consideran las respuestas comunes y no comunes más representativas, de acuerdo con los objetivos específicos formulados. (Cabrejos, *et, al*, 2000).

Para el efecto, se retoman una a una las preguntas planteadas a los participantes, de las cuales se extraen los conceptos más relevantes, de cara a los objetivos del estudio.

Pregunta 1. En general, ¿qué opinión tiene su Compañía sobre las metodologías y herramientas estándares empleadas para el desarrollo de proyectos?

R. Pese a la diversidad de respuestas de los participantes, sus mayores coincidencias estuvieron marcadas por las siguientes apreciaciones.

Independientemente que se trate de un proyecto orientado al desarrollo de *Software* o en cualquier otra función empresarial, llámese lanzamiento de nuevos productos o servicios, ampliación de infraestructura, etc., actualmente las empresas enfrentan el reto de desarrollar e implementar proyectos encaminados al cumplimiento del plan estratégico y de los objetivos organizacionales. Es decir, todo proyecto que hoy se formule, no importa si su metodología es un *Six Sigma* (estadístico), TQM (mantenimiento autónomo), PMBOK, en general, los proyectos están estructurados en actividades de tipo gerencial y operativa o técnicas. En el caso de los proyectos de desarrollo de *Software*, y la realidad sea dura, la mayoría de los desarrolladores de esta categoría tan especializada, como son las Tecnología de la Información-TI-, incluso en cualquier desarrollo alrededor de las TICs, en la gran mayoría de casos, los ingenieros se han centrado en las actividades técnicas, dejando a un lado las actividades de gestión del proyecto, lo cual incrementa el riesgo de no cumplir con indicadores de calidad del proyecto, como son el

alcance, el tiempo y los costos. Máxime aún, no se consideran indicadores de medición, evaluación y control que involucren áreas de tipo administrativo, sino en su mayoría en todas las competentes de tecnología e investigación y desarrollo.

Por su parte, la compañía I.A.S. Ingeniería, fue enfática en abordar los escenarios técnicos en que se desarrolla la teoría de proyectos, al considerar que es importante tener en cuenta que todo proyecto es un esfuerzo temporal, es decir, a diferencia de un programa organizacional, los proyectos cumplen un ciclo de vida corto, por ser la respuesta a un cronograma concebido en el tiempo. De esta forma alude a la Temporalidad de los proyectos, precisamente porque tienen un fin y un comienzo definidos, de tal suerte que el inicio se presenta, como en todo proyecto, cuando es aprobada la propuesta en plano y el fin cuando termina, independientemente de la calidad que tenga el entregable, y si se realizaron o no pruebas de Ensayo y Pruebas exigentes, como lo recomienda la Gerencia de Proyectos en desarrollo de *Software*.

Por su parte, el representante de Intersoftware como organización gremial sin ánimo de lucro, hizo énfasis, al igual que el resto de los participantes, con algunas salvedades, al establecer una importante diferencia entre lo que se define como proyecto y las operaciones, considerando que esta últimas, las operaciones, son continuas y repetitivas, mientras que los proyectos son temporales y únicos en su naturaleza y caracterización. Por lo tanto, esto conlleva a que los objetivos que se persiguen en los proyectos y las operaciones son básicamente diferentes, toda vez que los proyectos buscan alcanzar su objetivo y luego concluir sobre un entregable; en tanto, las operaciones tienen como objetivo continuar ofreciendo su aporte y apoyo a la organización. Es decir, los proyectos son diferentes porque se finiquitan o culminan cuando se alcanzan sus objetivos específicos, mientras que las operaciones adoptan un nuevo conjunto de objetivos y el trabajo continúa, incluso con los ajustes a que dé lugar.

Con un enfoque muy gerencial, la participante de la compañía Ceiba S.A., hizo su aporte desde una óptica más integral, al considerar que los proyectos son desarrollados en todos los niveles de la organización, y como tal, demandan del concurso no sólo de varios empleados, sino, incluso, de varias áreas de la organización; al igual, el tiempo que demanda la ejecución del mismo, no se ha estandarizado por la misma heterogeneidad que se encuentra en la gerencia de proyectos. Se da el caso, por ejemplo, en las licitaciones públicas o contrataciones privadas de macro proyectos, hasta originar la constitución de Consorcios o Unidades Temporales, debido a la misma envergadura que éstos representan. En este sentido, los proyectos pueden involucrar a una sola unidad de una organización o cruzar muchas fronteras organizacionales, es decir, se vuelven cada vez más transversales, especialmente en aquellas organizaciones donde se practica una verdadera gerencia de proyectos, que se basa en el concepto de la sinergia, en la cual se demandan esfuerzos y competencias interinstitucionales o de grupos de especialistas, como componentes críticos de la estrategia de negocios de la organización que los desarrolla.

En todo caso, desde la óptica gerencial, cualquier propuesta que se configure en un proyecto temporal, debe ser ubicada en forma estratégica al interior de la organización, de tal suerte que si se trata del lanzamiento de un nuevo producto o servicio como resultado de una estrategia de *marketing* vía diversificación, o si es la ampliación de planta de producción con miras a lograr una mayor capacidad de respuesta ante el crecimiento de su demanda, o a través de gestión humana, configurar un programa de *coaching* o liderazgo para directivos, entre otra infinidad de posibles proyectos.

De lo expuesto por los participantes en esta primera pregunta, se logra llegar a varias conclusiones:

En primer lugar, la posición de los empresarios, pese a que pertenecen a la industria de desarrollo de *Software*, tienen clara la cobertura e importancia de los proyectos como una gestión de tipo gerencial enmarcada en el tiempo, es decir, aluden a la gerencia de proyectos como una nueva disciplina que enfatiza en la gerencia y planeación estratégica, superando las visiones clásicas u ortodoxas donde se consideraba la gestión de proyectos como una parte integral a la operación o *modus operandi* de la rutina general de las organizaciones.

En segundo lugar, aunque explícitamente no lo formularon, dejan planteado que por la temporalidad de los proyectos, cualquiera que este sea, su diseño y culminación, dentro de la teoría de sistemas, responde a las diversas fases que estos demandan y las características particulares que se presentan en el llamado Ciclo de Vida del Proyecto. Es decir, debido a que los proyectos son tareas únicas, involucrarán las organizaciones ejecutoras de proyectos que generalmente fraccionarán cada proyecto en fases, para poder dirigir mejor las relaciones adecuadas con las operaciones de la misma organización que lo ejecuta. En este sentido, considerando fases como las propuestas en el modelo o guía PMBOK (como se verá más adelante), desde su inicio a planeación hasta las pruebas de ensayo antes de ser entregado al cliente o usuario, cada fase y en sumatoria las que se demanden, se conocen como el Ciclo de Vida del Proyecto-CVP-, y por lo tanto, cada fase tiene también a su vez su ciclo de vida.

Del CV, considerando dentro de las teorías del *marketing*, los proyectos al ser abordados por fases de desarrollo, cada una de las fases del proyecto es generalmente marcada por la revisión, tanto de los entregables como del desempeño del proyecto, para poder determinar si el proyecto debe continuar a su próxima fase o detectar y corregir errores de manera eficiente y eficaz. Es decir, las fases, entre mayor información ofrezcan a la empresa productora y su equipo

de investigación y desarrollo, lograrán revisiones al final de cada fase, o lo que comúnmente se denomina en gestión de proyectos los *kill points*.

Pregunta 2. En particular, ¿Cuál o cuáles de esas metodologías tiene una filosofía o praxis más orientada a las buenas prácticas predictivas en esa gestión de proyectos?

R. Podría decirse, sin lugar a dudas, que hoy en día con la incursión del sector educativo a la era del conocimiento, donde las TICs se han convertido en una importante plataforma estratégica para lograr los fines organizacionales, el pensamiento del empresario y sus equipos de apoyo se han venido direccionando hacia la verdadera gerencia de proyectos, es decir, hacer de cada proyecto una verdadera unidad de negocios y centro de costos, que demanda una administración única; por esto se ha incorporado, en la mayoría de los casos, una administración más proactiva menos correctiva, en la medida en que se demanda de una planeación estratégica que, en últimas, debe conducir a un conjunto de operaciones más de tipo técnico, pero que reposen sobre un pensamiento estratégico.

Argumentaron algunos participantes, caso las firmas PSL y ADA, haciendo énfasis en la importancia de contar con una metodología o guía, que independientemente del proyecto que se trate, no sólo en tecnología sino en cualquier frente de la organización, la implementación de una metodología debe realizarse de manera gradual, intentando en forma escalonada introducir los distintos proyectos en los procesos conceptualizados, acorde con la etapa de desarrollo en que se encuentra cada uno de ellos. En este sentido, para los empresarios, no es la metodología que se incorpore la que en últimas va garantizar el éxito de un entregable o producto terminado, caso un *Software* por ejemplo de aplicación en contabilidad, pues el éxito depende más bien de la forma como se administra dicha metodología y las competencias que tenga el personal involucrado en la

misma, pues ante metodologías diversas, pueden presentarse competencias profesionales diversas y más aún, no ser exitosos respecto a otro proyecto similar.

En este sentido, podría decirse que se ha venido homologando el trabajo en equipos interdisciplinarios, dependiendo del tipo de proyecto, y es lo que se ha llamado en el campo de los sistemas y en la gerencia de proyectos en general el *SCRUM*, que no es más que involucrar un equipo de trabajo con funciones y tareas muy específicas, pero siempre tributando al mismo objetivo. Es decir, lo que se pretende es que se logre una dirección de equipos de trabajo, por lo que gran parte de las actividades que componen su proceso son actividades de gestión o dirección, y desde allí se derivan las demás funciones u operaciones.

Este proceso o metodología tiene una característica muy especial, y es que dentro del nuevo concepto de la gerencia estratégica, lo que se pretende es un alineamiento estratégico de los grupos de trabajo o de gestión, hacia la misión de la compañía, claro está, considerando que los proyectos hacen parte de la vida organizacional pero se presentan con rangos de tiempo predefinidos.

Para una mejor interpretación de los participantes y hacerlo más ilustrativo, los ponentes o participantes se refieren a la importancia de la metodología SCRUM, la cual puede ser aplicada a todo tipo de proyectos dentro de la organización, desde tecnología hasta infraestructura física o incluso, en programas de capacitación como proyectos puntuales en el tiempo. Pero en el caso de proyectos de desarrollo de *Software*, esta metodología involucra diversas competencias especializadas, más en la gestión y la dirección que en los mismos procesos u operaciones. Como se puede apreciar, la ilustración 7 muestra el proceso de Scrum interpretado para proyectos de desarrollo de *Software*. Se presentan tres fases con sus diversas actividades, denominadas de pre-juego, juego y postjuego. No es más que el manejo de una analogía a la gerencia de proyectos, desde los procesos de planeación (prejuego), pasando por las actividades de gestión y

operación (Juego), hasta culminar en el postjuego, fases que competen al presente proyecto, toda vez que se orientan a la metodología en su fase de *ensayo o prueba* del proyecto (*Software*), antes de su entrega a conformidad.

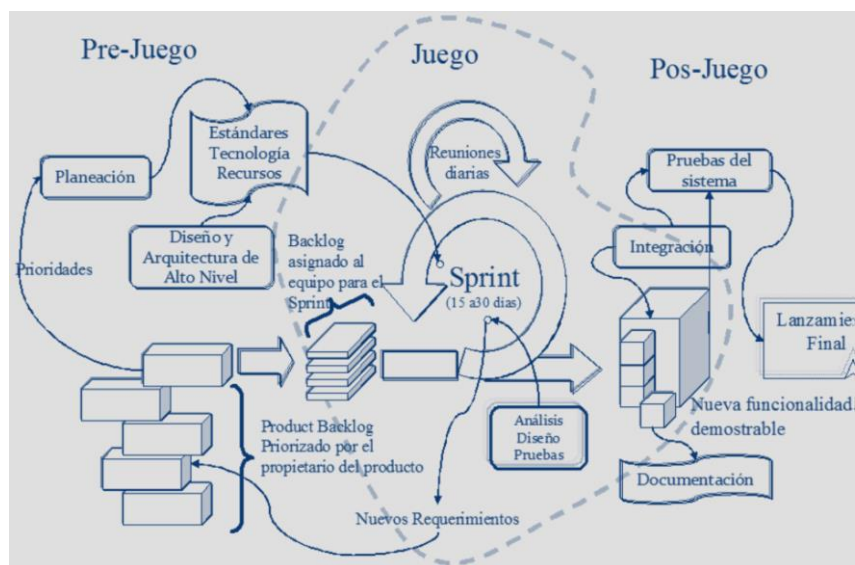


Figura 9. Metodología SCRUM. Fuente: (Chamoun, 2007, p.18)

Debido a la importancia que recalcaron los participantes sobre esta metodología, que hoy se ha generalizado y casi homologado a nivel mundial, es pertinente profundizar sobre la misma. Como lo definieron los participantes, Scrum es una Metodología Ágil de Gestión de Proyectos, que se basa en la adaptación continua a las circunstancias evolutivas del Proyecto, apoyándose en iteraciones cortas conocidas como *Sprints*, a través del siguiente ciclo.

Su funcionamiento está marcado por sus roles/responsabilidades, sus artefactos y sus reuniones:

Roles/Responsabilidades:

Comprometidos ("cerdos")

Propietario del Producto (ProductOwner): responsable de lograr el mayor valor del producto desarrollado.

Equipo de Desarrollo (Team): responsable de desarrollar el producto.

Implicados ("gallinas")

Otros interesados (Stakeholders): intervienen de manera indirecta o tienen intereses en el proyecto.

SCRUM Master: responsable del funcionamiento de SCRUM (no se debe considerar ni “cerdo” ni “gallina”, puesto que sus responsabilidades no son del proyecto, sino del grupo de procesos y métodos de la organización).

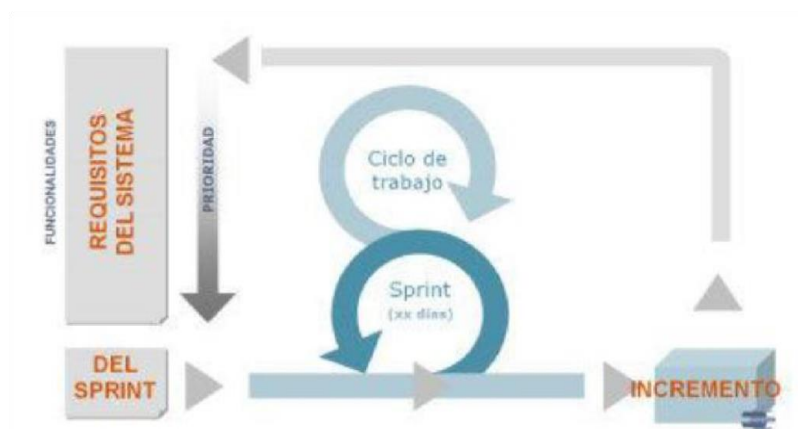


Figura 10. Ciclo Sprints. Fuente: Knowledge (PMBOK® Guide) Third edition. Pensilvania 2004.

Pila del Producto (ProductBacklog): Lista de requisitos del sistema que evoluciona a lo largo del desarrollo.

Pila del Sprint (Sprint Backlog): Tareas a realizar por el Equipo de Desarrollo. Se establece uno en cada Sprint.

Incremento: Resultado desarrollado en cada Sprint.

Reuniones:

Planificación del Sprint: reunión donde el Equipo define la Pila del Sprint a partir de la explicación de la Pila del Producto por parte del Propietario del Producto.

Seguimiento del Sprint: reunión rápida diaria, donde el Equipo revisa las tareas de la Pila del Sprint que ha realizado el día anterior, las que hará en el día y las posibles necesidades o impedimentos que tenga para continuar el trabajo.

Revisión del Sprint: reunión informativa donde el Equipo presenta al Propietario del Producto el Incremento.

Retrospectiva: reunión de “Mejora continua” donde el Equipo analizará los diferentes problemas encontrados y los aspectos mejorables de la aplicación de Scrum en el Proyecto.

SCRUM Distribuido:

Atendiendo a los apartados anteriores, se define SCRUM Distribuido como la variante de SCRUM adaptada a los ambientes distribuidos, donde los diferentes participantes del Proyecto no comparten una misma ubicación física y/o temporal. En los siguientes apartados se tratará la problemática asociada con las distintas variantes de distribución, además de matizar los distintos aspectos de SCRUM (roles, artefactos y reuniones), poniendo un énfasis especial en aquellos aspectos que atañen a las relaciones entre los miembros del equipo: particularidades de las reuniones, herramientas colaborativas, impacto en los roles y responsabilidades, entre otros.

Tipología de ambientes distribuidos:

Dentro de un ambiente distribuido pueden darse diferentes configuraciones entre los distintos miembros, atendiendo a diversos parámetros que a veces pueden solaparse. El presente apartado enumera diversas clasificaciones en torno a diferentes factores, haciendo hincapié en cómo superar o mitigar las barreras que pueden presentarse.

Retos a superar: Usar SCRUM en equipos distribuidos plantea una serie de retos a superar y que provienen de la distancia física, las diferencias culturales e idiomáticas, el salto

empresarial y los horarios particulares de cada equipo y persona del equipo. Diferencias que impactan, sobre todo, en la comunicación entre los miembros del equipo y, por ende, en la generación de un flujo de trabajo ágil, uno de los fundamentos de Scrum, pudiéndose dar situaciones con falta de sincronismo, pérdidas de afecciones personales, desmotivación o incomprensión. Entre los distintos casos de equipos distribuidos se encuentran:

Equipos distribuidos parcialmente, donde los miembros se encuentran en la misma situación física, aunque en diversas ocasiones, alguno de los integrantes puede trabajar de forma remota.

Equipos en los que los integrantes se encuentran trabajando desde casa o se hallan localizados temporalmente en el cliente. Éste último punto es muy común en fábricas de *Software*.

Equipos distribuidos con horarios de trabajo que difieren unas pocas horas.

Equipos distribuidos con horarios ampliamente desfasados (12 ó más horas). Este es el tipo de equipos con más retos por enfrentar, especialmente cuando cuestiones fuera del ámbito laboral, como idioma y cultura, están involucrados.

Uno de los principales objetivos de SCRUM es facilitar la comunicación entre todos los integrantes del proyecto para minimizar el riesgo de que aparezcan trabas, debido a suposiciones y malos entendidos durante el desarrollo. Hay que tener en cuenta que en equipos distribuidos pueden darse equipos con distintas nacionalidades, diferencias culturales e idiomáticas, diferentes usos horarios y calendarios laborales. En un proyecto distribuido resultaría fundamental, desde un inicio, definir las fechas y horas en las que se estará o no se estará disponible, definiendo cuáles serán las fiestas locales, nacionales, horarios de comida, etc.

Respecto a las diferencias culturales, se encuentran con puntos clave como la educación, formas de trabajo, tradiciones, etc. Se necesita ser conscientes de los otros puntos de vista y

tomar el tiempo necesario para conocer a fondo a los interlocutores. Un ejemplo a citar es que en muchas culturas orientales, dar una negativa está muy mal visto, por lo que muchos occidentales se han llevado un chasco al pedir retroalimentación con equipos del sureste asiático, a quienes cuesta dar una negativa sobre aspectos concretos del trabajo.

En cuanto a las diferencias en el lenguaje, para comunicarse efectivamente es indispensable que todos tengan la misma idea cuando ésta sea transmitida. Es necesario usar un lenguaje común, lo más plano posible, sin jerga o neologismos y tratar de disminuir en lo posible los acentos. El secreto reside en asegurarse de que todos están hablando en los mismos términos; si alguien no tiene las habilidades requeridas para seguir la conversación, puede ser necesario traer un traductor o, si es posible moderar la conversación, un servicio de mensajería instantánea o chat puede ser de gran ayuda.

Es necesario también hablar de la dinámica telefónica. Aunque hablar por teléfono puede parecer trivial, cuando se realizan conferencias telefónicas entre un grupo de personas con diferentes acentos y nacionalidades, es muy fácil perderse en el ruido. Se recomiendan tips, como identificar al hablante o fomentar la participación de todos; hasta puede ser necesario el conocimiento de cuestiones técnicas, como usar teléfonos dúplex y poner el “mute” si al lado de la línea hay mucho ruido de fondo.

Con el ejemplo anterior se logra corroborar como la Project Management basa su éxito en la calidad de los participantes del mismo y sus funciones se orientan a lograr una optimización en variables como tiempo, costo y desempeño, siempre encaminados a lograr la aceptación del cliente.

Por su parte, y complementando la metodología anterior, el directivo de Intersoftware, expuso cómo la práctica del SCRUM se ha convertido en su compañía en una verdadera cultura organizacional que ha logrado permear todas las áreas, y más aún, sus más de 30 corporados,

desde ingenieros independientes hasta empresarios inmersos en los avanzados desarrollos de TICs. En este sentido, complementó la metodología SCRUM, al conceptualizar que dicha metodología más que una guía de trabajo, obedece a un diseño gerencial moderno, en el cual el liderazgo como concepto articulador hacia los modelos de motivación, se complementan con un alineamiento estratégico, propios de la gerencia de proyectos, por ser esta una tarea integrada, en la cual una acción o falta de toma de acción en un área, normalmente afectará otras áreas, debido precisamente a los principios que se enmarcan alrededor del concepto de sinergia.

Lo anterior hace alusión directa al manejo de las interacciones, de las cuales dependerá el éxito de un proyecto, de tal forma que un cambio de alcance del proyecto casi siempre afectará el costo del proyecto, pero puede afectar o no la moral del equipo o la calidad del producto. Es decir, al tratarse de equipos normalmente de alto rendimiento, los que pertenecen al equipo SCRUM, estas interacciones muchas veces requieren intercambios entre los objetivos del proyecto; la calidad de ejecución en un área puede ser mejorada únicamente al sacrificar la calidad de ejecución en otra. Por estas razones, plantea el directivo de Intersoftware, la gerencia de proyectos exitosa requiere administrar activamente estas interacciones, y la mejor forma de abordarlas es contando con planes alternativos que pueden corregir las No conformadas en cualquier etapa o fase del proyecto. En el caso particular de la guía PMBOK, como método o modelo genérico del cual muchos otros modelos se apoyan, los participantes se democratizaron al expresar que si bien el modelo se ha convertido en el referente, no sólo de proyectos de desarrollo de *Software* sino para aplicaciones de tipo gerencial, administrativo y aún comercial, este es bastante dispendioso en su literatura, sin dejar de ser el que más méritos contiene por su didáctica.

Resaltan igualmente, haciendo referencia a la secuencia de sus cinco (5) fases compuestas por más de 40 funciones que se integran desde el mismo inicio hasta las pruebas predeterminadas

en el entregable. Es decir, es lo suficientemente explícito en sus ciclos de vida, además de ser de los pocos que generalmente involucran algún tipo de transferencia tecnológica o intercambios, tales como de requerimientos a diseño, de construcción a operación o de diseño a manufactura; o que permite al fabricante del *Software*, en este caso, que cada una de las fases de desarrollo se convierta en un entregable, las cuales hasta no ser aprobadas por los desarrolladores, no pasan a la nueva fase. En este sentido, el modelo da parte de ser una guía bastante pedagógica o didáctica que permite que cada fase se convierta en un filtro o tamizado a modo de control. No obstante se da el caso, cuando se presentan algunos errores de diseño, se inicia la fase siguiente sin ser aprobada la subsiguiente, siempre y cuando los riesgos asociados con la fase anterior no representen un alto riesgo para el entregable final.

De acuerdo con la posición de los participantes, se refieren a la llamada táctica de “traslape de fases”, o comúnmente llamada ejecución Rápida o “*Fast Tracking*”. Así mismo, ninguno de los participantes advirtió sobre la diferencia que debe tenerse cuando se habla de lo que representa el Ciclo de Vida del Proyecto-CVP-, y el Ciclo de Vida del Producto, es decir, en el primer caso, Ciclo de Vida del Proyecto, involucra la secuencia de procesos necesarios para crear el producto como entregable, en tanto, cuando se hace referencia al Ciclo de Vida del Producto, comprende dichos procesos y, además, los de operación del sistema producto, hasta el momento en que deja de ser útil y se procede a su descarte y sustitución, de ser el caso. De acuerdo con lo anterior, cada etapa del CV demanda estrategias de *marketing* para evitar los riesgos a que está sujeto el producto en el mercado debido a las variables, muchas veces incontrolables, por la organización o, igualmente, por decisiones internas no pertinentes desde el punto de vista de mercadeo. En este caso, las fases de desarrollo del *Software*, una vez culminada su etapa final de puesta en prueba o ensayos antes del entregable, tienen una gran incidencia en el CV del producto, pues en muchos casos el producto final, *Software*, podría quedarse en la etapa

de introducción por razones de mal diseño, falta de segmentación clara de los mercados o *target group*, mercado objetivo, entre otras razones.

Nuevamente, el empresario de ADA S.A., retoma la planeación estratégica aludiéndola como la plataforma base de generación de proyectos de desarrollo de *Software*, argumentando que una bien concebida plataforma estratégica incluye procesos de Planeación propios de la misma Gerencia de Proyectos. De dichas etapas destacó las que más se asocian con la metodología PMBOK y al método Ciclo de Deming, por la didáctica y familiaridad que presentan, incluso muy adecuadas en los equipos SCRUM. Se parte de desarrollar el Plan de Gestión del Proyecto, que al igual que en PMBOK, recomienda que el éxito inicial de todo proyecto se presente en su etapa inicial.

El empresario hizo la analogía con un proyecto de construcción al considerar que son los mismos planos de diseño de la edificación, antes de proceder con sus cimientos, los que garantizarán la resistencia de la edificación terminada. En este sentido, se hace importante definir, preparar, integrar y coordinar todos los planes subsidiarios en un plan de gestión del proyecto, como principal fuente de información para determinar cómo se planeará, ejecutará, supervisará y se controlará, y cerrará el proyecto.

El participante de I.A.S. Ingeniería lo asocia con la metodología Deming, como modelo de mejora continua de Planear-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA), muy integradas a la planeación estratégica y que no riñen con ningún proyecto, tanto de ingeniería como de otras disciplinas, incluso las sociales.

La efectividad que se tenga en esta fase inicial, continuado con el empresario ADA, paso seguido debe considerar una fase determinante, que igual hace parte de esa fase I, y es la de definir la Estructura de Desglose de Trabajo (EDT), (WBS), y la Estructura de Desglose Organizacional (OBS). En el primer caso, EDT se refiere al grupo de elementos de proyecto, que

en su conjunto, define el alcance total del proyecto, y en este sentido, es de tener en cuenta que cada grupo de elementos representa un grado mayor de detalle y definición de estos componentes; en tanto, la estructura OBS, de tipo más gerencial o direccional, en la cual se hace una representación de la organización del Proyecto, puesta de tal forma que en ella se relaciona los paquetes de trabajo con las unidades organizacionales.

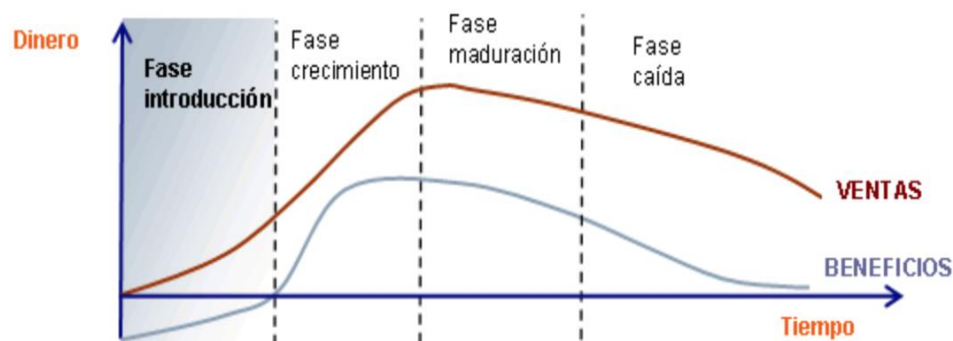


Figura 11. Ciclo de Vida de un producto. *Fuente:* Tomado de <https://beluru87.wordpress.com/2010/02/24/ciclo-de-vida-de-un-producto>.

De acuerdo con la posición del empresario ADA, la efectividad que se tenga en esta fase inicial, debe considerar una fase determinante, que igual hace parte de esa fase I, y es la de definir la Estructura de Desglose de Trabajo (EDT), (WBS), y la Estructura de Desglose Organizacional (OBS). En el primer caso, EDT se refiere al grupo de elementos de proyecto, que en su conjunto, define el alcance total del proyecto, y en este sentido, es de tener en cuenta que cada grupo de elementos representa un grado mayor de detalle y definición de estos componentes; en tanto, la estructura OBS, de tipo más gerencial o direccional, en la cual se hace una representación de la organización del Proyecto, puesta de tal forma que en ella se relaciona los paquetes de trabajo con las unidades organizacionales.

En consecuencia, los participantes coincidieron en la importancia de contar con un acertado EDT, por ser este un proceso necesario para categorizar o dividir los entregables del proyecto y el trabajo del proyecto en componentes más pequeños y más fáciles de tratar en todo el ciclo de vida del proyecto.

Una vez se cuente con una buena estructura EDT y de desglose organizacional, específicamente en la fase o Procesos de Ejecución, se logra el resultante de los procesos utilizados para completar el trabajo definido en el plan inicial o de gestión del proyecto, cuya finalidad es atender los requerimientos del mismo. Por lo tanto, su importancia radica en que los procesos inmersos en la fase de ejecución, reflejan el alcance preestablecido en la fase inicial en la que se concibió el proyecto, y de ser el caso, se abordan ajustes o cambios aprobados en su diseño.

En este punto, el participante de Ceiba Software, complementó la participación de los anteriores, haciendo alusión a que *“la mayoría de métodos o modelos, se han convertido más en una filosofía interpretativa, pero que todos prácticamente conllevan a la gerencia de proyectos”*, e hizo mención *“como hasta aquí, lo que se ha expuesto es lo mismo que sugiere el llamado Proceso Administrativo, que integra las fases de planear, organizar, ejecutar, dirigir y controlar, independientemente del proyecto que se trate, más aún, ese proceso se da en cualquier área de las organizaciones. Por esto, el modelo Deming y el mismo PMBOK, entre otros, continúan con la fase de Seguimiento y Control, que no es más que aquellos procesos realizados para observar la ejecución del proyecto de forma que se puedan identificar los posibles problemas en forma preventiva o proactiva, con el fin de adoptar las acciones correctivas, o al menos mitigar sus impacto negativos, que normalmente se asocian con tiempo y dinero”*, es más, enfatizó, *“hasta el punto de abortar el proyecto, y muchas veces en fases de su ciclo ya muy adelantadas”*.

Pregunta 3. ¿Cuál es la situación actual de su Organización en materia de certificación respecto a los desarrollos de software que vienen realizando o interviniendo?

R. Con respecto a este cuestionamiento, queda claro que al momento de seleccionar las empresas participantes, se consideró aquellas que, por su trayectoria y posicionamiento en el mercado, ostentaran certificaciones nacionales y/o internacionales, pues con esa caracterización se pretendía lograr una visión mucho más estratégica por parte de los participantes.

En este caso, todos los participantes como mínimo cuentan con certificaciones nacionales normas ISO 9.000, en versiones desde el 2001 al 2006, gracias a la gestión realizada por Intersoftware, como Red De Empresarios de Software a nivel país, cuya misión es la de ofrecer acompañamiento nacional e internacional en materia de nuevos avances y normativas. Es así como a nivel nacional se han incorporado al *Clúster* TICs, en auspicio con los ministerios de las TICs, Proexport, (hoy Procolombia), FEDESOFIT y Ministerio de Comercio, Industria y Turismo-MINCIT-

De acuerdo con las exposiciones de los participantes, y por su afinidad en los programas que vienen adelantando, estas cuatro empresas (excluyendo Intersoftware, como corporación sin ánimo de lucro), es necesario diferenciar lo que realmente es el proceso de certificación logrado por dichas empresas y lo que es la participación en algunos programas apoyados por el Estado y la misma Corporación Intersoftware.

En primer lugar, por estar corporados, automáticamente fueron incluidos en las empresas de TESTING, y por lo tanto, miembros de *Hispanic America Software Testing Qualification Board*- HASTQB-, que a la vez es el comité de ISTQB para la región de habla hispana.

Adicionalmente, algunas de ellas están valoradas, como fabricantes de *Software*, en CMMI-Dev del nivel 5 al 2. Igualmente, las cuatro compañías se encuentran certificadas en el

campo de gestión humana en PSP/TSP. A continuación se hace una descripción de dichas certificaciones:

Personal Software Process (PSP): este es un proceso de *Software* definido y medido, diseñado para ser usado por medio de un Ingeniero de *Software* individual. En sumatoria, las cuatro empresas cuentan con 19 ingenieros certificados en esta modalidad, con el fin de participar en los equipos SCRUM, con una tarea específica, la de guiar el planeamiento y desarrollo de los módulos de *Software* o pequeños programas. Esta certificación hace parte activa de la tecnología desarrollada a nivel internacional por el *Software Engineering Institute-SEI*-, cuya labor misional se orienta al mejoramiento de la calidad del producto, aumentando los costos y reduciendo el tiempo del ciclo de desarrollo del *Software*, es decir, el Ciclo de Vida del Producto-CVP-.

En este punto es importante destacar, atendiendo el objetivo de la presente investigación en materia de pruebas de ensayo, que es el PSP quien provee una estructura acerca del proceso de *Software*, y está basado en las mismas prácticas industriales que el SEI CMMI, el cual ha sido adaptado a varias tareas de Ingeniería de *Software*, tales como desarrollo de requerimientos de *Software*, especificaciones de *Software* y casos de prueba.

Con una visión más coequipera o de trabajo grupal, especialmente en los proyectos liderados desde la metodología SCRUM, a través de la Corporación Intersoftware, SEI, el Ministerio TICs y Ministerio de Comercio, Industria y Turismo-MINCIT-, recibieron la capacitación por parte de un equipo de ingenieros de las diversas empresas para incorporar el proceso *Team Software Process (TSP)*, en el cual se establecen un conjunto de fases y procesos de tipo operacional que soporta a los ingenieros participantes hacia las Buenas Prácticas de Manufactura-BPM-, en desarrollo de *Software*. Este programa está articulado al modelo SCRUM, donde participan los ingenieros de cada empresa de *Software*, líderes del *Clúster* TICs, y miembros del MinTICs. En este sentido, el programa, mediante una filosofía de sinergia,

compromete a todos los actores hacia un objetivo común, que es el de mejorar sus competencias laborales en cada una de las funciones y tareas asignadas en la mesa de trabajo.

Es importante destacar la observación realizada por Intersoftware, al aclarar que: “*las cuatro empresas bajo estudio se encuentran en la categoría de Pequeñas y Medianas Empresas, por lo cual han sido certificadas en los modelos IT Mark, diseñado para MiPymes y en MPS BR, Moprosoft, en la categoría de o línea denominada “blanca”*”.³

Como caso particular y de referente para los fabricantes del *Software* a nivel nacional, la compañía I.A.S. hace parte del proyecto Red Latinoamericana de la Industria de *Software* (RELAIS), auspiciado por el Fondo Multilateral de Inversiones (FOMIN) del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), participando en macro proyectos en Latinoamérica y en el Caribe, mediante la incorporación de modelos de calidad basados en procesos de *ranking* internacional, bajo el modelo CMMI de talla mundial.

Por último, y no menos importante, se destaca en dos de las empresas bajo estudio, ADA S.A. y la misma I.A.S, ambas se han incorporado, paralelamente, el código abierto o *Bootstrap*, el cual combina las normas ISO 9000, y las normas europeas bajo el modelo de Madurez de la Capacidad CMM⁴, para la Ingeniería de *Software*. Este código abierto o *Bootstrap* concentra o fusiona, en primer lugar, los procesos de evaluación para establecer el diagnóstico de un proceso para desarrollo de *Software*, el cual incluye la organización, los métodos y la capacidad de ingeniería, las herramientas y la tecnología; y en segundo lugar, articula dichos procesos con un

³ En Colombia, según la Ley para el Fomento de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa, Ley 590, las PYMES se clasifican así: Microempresa: Personal no superior a 10 trabajadores. Activos totales inferiores a 501 salarios mínimos mensuales legales vigentes; Pequeña Empresa: Personal entre 11 y 50 trabajadores. Activos totales mayores a 501 y menores a 5.001 salarios mínimos mensuales legales vigentes y Mediana: Personal entre 51 y 200 trabajadores. Activos totales entre 5.001 y 15.000 salarios mínimos mensuales legales vigentes.

⁴ Es uno de los modelos más utilizados en la industria del software, disminuye o elimina el re-trabajo, aumenta la fiabilidad en la predicción de costos, aumenta el reuso de productos y procesos, disminuye costos debido a múltiples evaluaciones y programas de mejoras de procesos.

plan de acción que defina los pasos, los detalles de la implantación y los marcos temporales para que la organización aumente su capacidad de entrega de productos y servicios de calidad, desde la misma etapa de concepción del proyecto, hasta todas y cada una de las etapas del ciclo de vida, tanto del proyecto como del producto puesto en operación por el usuario.

Pregunta 4. ¿Cuáles son las principales ventajas y/o desventajas frente a estas certificaciones obtenidas?

R. En general, los entrevistados estuvieron de acuerdo, que si bien unas certificaciones y la posibilidad de participar en programas de capacitación es el elemento más importante, en algunos casos no han tenido el suficiente apoyo, especialmente en líneas de crédito blandas, como lo prometió el MinTICs. Pero en general, han sido más los beneficios recibidos.

Los beneficios tienen relación directa con el tipo de alianzas que se vienen realizando, opinó el ejecutivo de ADA S.A, *“en especial al incorporar el programa PSP, éste ha permitido un mejoramiento continuo en las fases de diseño e implementación del desarrollo de proyectos, y en general al mejoramiento de la capacidad organizacional, tal como está enfocado el CMMM. Pero de los mejores aportes se han logrado en el trabajo de competencias individuales con los ingenieros de estas empresas, las cuatro, que vienen participando. Estos beneficios básicamente están reflejados en lograr un mayor nivel de competencias laborales, tanto individuales como grupales, del equipo de ingenieros, es decir, se han sensibilizado respecto a la importancia que tiene para cada proyecto o propuesta, que esta sea estructurada y disciplinada, por lo tanto han aprendido a seguir un proceso definido, a planificar, medir y seguir su trabajo, de acuerdo con los lineamientos suministrados por los equipos de trabajo en el modelo SCRUM; a la vez, ellos mismos, en forma individual y luego por consenso o grupal, administran la calidad del producto y aplican indicadores de tipo cualitativo y cuantitativos para mejorar los procesos de trabajo”*.

En el caso específico del CMMI, su aporte está centrado en la metodología a utilizar para la gestión y la ingeniería de las actividades, especialmente porque éstas están más explícitamente enlazadas con los objetivos del negocio, lo que permite, a la vez, integrar la experiencia adquirida en otras áreas de la organización, como la medición, la gestión de riesgos, y de proveedores, esta última se ha convertido en un elemento estratégico por la sensibilidad de este sector y el poder de negociación de los proveedores de alta tecnología.

Argumenta el empresario PSL que por su fortaleza en soluciones más robustas, el CMMI les ha permitido prácticas de alta madurez más robustas, al igual que elementos de alta dirección organizacional, adicional a funciones críticas para su portafolio en general y el cumplimiento de las normas ISO.

Por último, la compañía ADA S.A., expresó cómo el hecho de estar participando del *Clúster* TICs a nivel nacional, y por estar centrados en el Desarrollo de Sistemas de Gestión para Gobierno (SicofERP), en la Comercialización de Sistemas ERP para PYMES, y en la estructuración y prestación de servicios de *Outsourcing* de TI y de Procesos (BPO), ha sido una carta de presentación en el programa MiPymes auspiciado por el Ministerio de las TICs, lo que les ha permitido conquistar importantes licitaciones públicas a nivel nacional y ahora de cara a la internacionalización.

Pregunta 5. Específicamente, de los estándares ofrecidos en el medio, caso ANSI, para la Gestión de Proyectos, ¿cuál o cuáles conoce Usted y qué opinión le merecen, desde el punto de vista de las Buenas Prácticas de diseño e implementación de software?

R. Realmente los participantes en este aspecto fueron evasivos al considerar que el Instituto Nacional Estadounidense de Estándares como organización que coordina estándares del país estadounidense con estándares internacionales, son atendidos mediante la normatividad internacional expresada en los estándares establecidos por el SEI y el Ministerio TICs en

Colombia, es decir que, en su mayoría, las metodologías utilizadas en el diseño de software en Colombia, y en el caso particular de Medellín, se acogen a dichos estándares internacionales, y de las cuales, la metodología PMBOK, se ajusta a dichos parámetros.

Adicionalmente, el hecho de que algunas de estas empresas han sido reconocidas con el estímulo a la innovación entregado por COLCIENCIAS, es un garante del cumplimiento de sus Buenas Prácticas de Manufactura-BPM-, de las cuales las cuatro empresas ostentan a nivel nacional. Sumado a lo anterior, dos de ellas, I.A.S. y ADA S.A. hacen parte del proyecto Red Latinoamericana de la Industria de *Software* (RELAIS) que como se expresó en apartado anterior, es auspiciado por el Fondo Multilateral de Inversiones (FOMIN) del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la cual busca la promoción de la mejora de la competitividad de la industria de *Software* en Latinoamérica y en el Caribe, mediante la incorporación de modelos de calidad en los procesos de desarrollo de *Software* de las Pymes de Latinoamérica.

Por último, y haciendo especial énfasis en los estándares nacionales, Intersoftware, como Red de Empresarios de Software, considera que *“el cumplimiento de los Estándares de Calidad ISO para Desarrollo de Software en el país se viene cumpliendo por parte de las cuatro empresas, con todo el rigor que exigimos como Corporación, a la vez que nos hacemos responsables de su acreditación, como organización en cierta forma gremial que los representa”*.

Respecto a este punto, consideran que *“el estándar de Calidad ISO 9001, se ha convertido en un verdadero indicador de gestión, toda vez que está estableciendo como el medio principal con el que los clientes pueden juzgar la competencia de un desarrollador de Software, es decir, constituye un indicador de gestión, no sólo de las compañías corporadas con nosotros, sino de todo el sector”*, indicó el representante de Intersoftware.

Según Intersoftware, pese a las bondades de la Norma ISO 9001, que les ha permitido a todos sus más de 30 corporados garantizar la calidad integral de su *Software*, uno de los

problemas con este estándar está en que no es específico de la industria, es decir, no está concebido en forma exclusiva para el sector del desarrollo del *Software* y las actividades BPO o de tercerización, *“pues está expresado en términos generales, y puede ser interpretado por los desarrolladores de diversos productos genéricos de uso y consumo masivo, pues hasta los fabricantes de secadores de pelo se acogen a esta normatividad”*. Pese a lo anterior, se rescatan estándares que de todos modos se convierten en barreras de entrada, como lo expresa Porter, (2004) cuando se refiere a las 5 Fuerzas del Mercado que determinan los niveles de competitividad empresarial. ADA S.A., considera que *“habiendo tanta oportunidad de negocios en este sector, muchos aprendices y empresas de dudosa reputación, no han logrado permear este sector, por las mismas exigencias que contempla la legislación colombiana en cuanto a los estándares de calidad y protección de marca que respalda la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC)”*.

Continuando con el directivo de ADA S.A., da como ejemplos de estos estándares, entre otros, *“las certificaciones que se han venido logrando a partir de la norma ISO, adicional a la ISO 9001, que sólo describe el sistema de calidad utilizado para mantener el desarrollo de un producto que implique diseño. En tanto la Norma ISO 9000-3, es un documento específico que interpreta el ISO 9001 para el desarrollador de software”*, la cual todas las empresas afiliadas cuentan con ellas.

Por lo tanto, explicó Intersoftware, *“los Corporados a Intersoftware, ya están en proceso de implementar las demás versiones como ISO 9004-2, la cual proporciona las directrices para el servicio de facilidades del Software como soporte de usuarios. Esta Norma, que ya se está implementando por ADA S.A., PSL y CEIBA, viene cumpliendo algunos de sus requisitos que se agrupan bajo 20 títulos”*:

Nota: se retoman los diversos títulos que no fueron recordados al pie de la letra por los participantes:

- Responsabilidad de la gestión
- Inspección, medición y equipo de pruebas
- Sistema de calidad
- Inspección y estado de pruebas
- Revisión de contrato
- Acción correctiva
- Control de diseño
- Control de producto no aceptado
- Control de documento
- Tratamiento, almacenamiento, empaquetamiento y entrega
- Compras
- Producto proporcionado al comprador
- Registros de calidad
- Identificación y posibilidad de seguimiento del producto
- Auditorías internas de calidad
- Formación
- Control del proceso
- Servicios
- Inspección y estado de pruebas
- Técnicas estadísticas.

En torno a estos estándares, se le realizó una nueva pregunta a Intersoftware, acerca de lo que se viene haciendo en el sector de desarrollo de *Software* en cuanto a los factores de calidad ISO/IEC 9126.

Nota: es de tener en cuenta en la pregunta anterior, que la Norma **ISO/IEC 9126**, obedece a un estándar internacional, cuya función es la evaluación del software, y actualmente es supervisado por el Proyecto SquaRE, es decir, Ingeniería de Requisitos de Calidad de Seguridad o *Security Quality Requirements Engineering* y la ISO 25000:2005; igualmente conocido como la familia ISO/IEC 25000 SQuaRE, que en esencia, siguen los mismos conceptos generales, pero hoy se considera como modelo único en materia de evaluación de calidad de software.

Como complemento de la actual pregunta, se indagó acerca de ***¿qué actividades o planes vienen implementando las empresas corporadas en materia del estándar ISO/IEC 9126, como normatividad conducente a identificar los atributos claves de calidad para el software?***

Respecto a esta pregunta que logró filtrar la percepción de estos empresarios en materia de cumplimiento de estándares, no tienen claro que la ISO/IEC 25000, SQuaRE, identifica 6 atributos claves, por lo tanto, se les expresó:

Les recuerdo los atributos de esta Norma, para que por favor me expresen su percepción y el eventual cumplimiento que podrían tener sus compañías para acogerse a los mismos:

Funcionalidad: grado en que el *Software* satisface las necesidades indicadas por los siguientes sub-atributos: idoneidad, corrección, interoperatividad, conformidad y seguridad.

Confiabilidad: cantidad de tiempo que el software está disponible para su uso. Está referido por los siguientes sub-atributos: madurez, tolerancia a fallos y facilidad de recuperación.

Usabilidad: grado en que el software es fácil de usar. Viene reflejado por los siguientes sub-atributos: facilidad de comprensión, facilidad de aprendizaje y operatividad.

Eficiencia: grado en que el software hace óptimo el uso de los recursos del sistema. Está conformada por los siguientes sub-atributos: tiempo de uso y recursos utilizados.

Facilidad de mantenimiento: la facilidad con que una modificación puede ser realizada. Está indicada por los siguientes sub-atributos: facilidad de análisis, facilidad de cambio, estabilidad y facilidad de prueba.

Portabilidad: la facilidad con que el software puede ser llevado de un entorno a otro. Está referido por los siguientes sub-atributos: facilidad de instalación, facilidad de ajuste, facilidad de adaptación al cambio. Iglesias, (1998.p.99).

R. Respecto a la pregunta anterior, la número 5, los participantes, especialmente Intersoftware, fueron enfáticos en sostener sus altas capacidades empresariales en materia gerencial y operacional, resaltando aspectos como los siguientes:

La exitosa gestión de estas empresas se sustenta en funciones alineadas a sus propias misiones empresariales, con atributos muy marcados, como:

Integración: se viene logrando con las prácticas cotidianas del SCRUM, el cual les ha permitido la unificación, consolidación, articulación de todos los procesos. Es decir, *“hemos aprendido la tarea acerca de concebir cada proyecto dentro de la teoría de la Gerencia de Proyectos”*. Enfatizó ADA S.A.

Cobertura del servicio: consideran que los beneficios que percibe el cliente los hace en una alta relación de coste/beneficio, gracias a la claridad en la contratación y las pólizas de cumplimiento que siempre, por política, suscriben con cada cliente y proveedores.

Política de Justo A Tiempo-JIT-. Agregó Ceiba Software: *“Estamos conscientes que cualquier desfase en el cumplimiento de los cronogramas establecidos desde el mismo momento en que se genera la idea del Software demandado, pasando todas sus etapas hasta la puesta en marcha de las pruebas de ensayo o laboratorio, son estrictas, porque de lo contrario los costos superarían los beneficios, tanto del cliente como de los indicadores de rentabilidad de nuestras industrias”*.

Política de Calidad: para los corporados a la Red Intersoftware, la calidad no la tienen concebida como un valor agregado dentro de su industria, pues el concepto de calidad es *“inherente al mismo producto desarrollado en todas sus fases, y por lo tanto, como lo expresan la metodologías ya descritas como PMBOK, Deming, y la misma Gerencia de Proyectos, no se puede medir dicha calidad por fases de desarrollo del Software sino en su integralidad”*.

Competencias ocupacionales y laborales: igualmente el directivo de Intersoftware hace énfasis sobre el perfil de su equipo de trabajo, que *“gracias al programa PSP, con el enfoque CMM, nos ha permitido un mejoramiento continuo en todas las fases de desarrollo de nuestros productos, del cual Gestión Humana en cada una de nuestras compañías se ha convertido en la columna vertebral de nuestro éxito”*.

Estructura en comunicaciones: los cinco empresarios, incluyendo Intersoftware, están convencidos que han logrado, gracias a las mismas exigencias del SEI y de la norma ISO, articular la estrategia comunicacional con sus públicos externos e internos, mediante todo un programa de liderazgo con sus directivos, lo que les ha llevado a lograr, estratégicamente, un alineamiento organizacional de las áreas y empleados hacia la misión y visión de sus compañías.

Un nuevo elemento al que se hizo alusión por parte del directivo Intersoftware y que fue común entre todos los empresarios fue la gestión que vienen haciendo a partir de la gerencia de proyectos, que la han venido articulando a la llamada “Oficina de Gerencia de Proyectos”- PMO, es decir, aparte de concebir los proyectos en torno a la aplicación de conocimientos, habilidades, técnicas y herramientas a las actividades de un proyecto, encaminadas a satisfacer y superar las expectativas de sus usuarios, ahora buscan, *“a través del PMO, consideramos una estructura organizacional que nos asista en la dirección y gestión de proyectos, incorporando los requerimientos necesarios en materia de recursos tecnológicos, humanos y financieros, que han de ser incorporados en todas las fases del proyecto, y que será la forma más expedita de lograr la sostenibilidad de nuestras empresas en el largo plazo”*.

Así mismo, mediante esta nueva práctica de Oficina PMO, están seguros que los beneficios se enfocarán a la optimización de sus funciones, a fin de ser versátiles en la administración de sus proyectos, en particular, cuando la presencia de varios de éstos, incluye metodologías diferentes. Por el mismo efecto y naturaleza de los proyectos por sus

temporalidades, esto hace que, según ADA S.A., *“las experiencias logradas en cada proyecto no queden institucionalizadas y nos olvidemos de aquellos factores críticos, tanto de éxito como de fracaso”*, es decir, se refiere el directivo a que se debe aprovechar la curva de experiencia lograda a lo largo de la existencia de cada organización.

Por último, Intersoftware considera que *“el PMO, se ha de convertir en una carta de navegación e indicador de medición, tanto gerencial como operacional en cada una de las áreas y fases del proyecto, permitiendo definir métricas a nivel directivo y operativo, es decir, sirve de conexión entre objetivos estratégicos y proyectos, como política de alineamiento entre lo estratégico y lo operativo”*.

Como se puede apreciar, ninguno de los participantes advirtió sobre el desarrollo y sustitución de las Normas ISO/IEC 9126 y las Normas ISO/IEC 14598, hacia la familia de Normas ISO/IEC 25000 SQuaRE, la cual, respecto a las primeras, atiende las particularidades de un modelo de calidad de software, y las segundas, 14598, que abordaba el proceso de evaluación de productos software. Esta familia de normas ISO/IEC 25000, se encuentra compuesta por cinco (5) divisiones.⁵ Es decir, los participantes sólo se refirieron a las generalidades expresas en la

⁵ ISO/IEC 2500n – División de Gestión de Calidad. Las normas que forman este apartado definen todos los modelos, términos y definiciones comunes referenciados por todas las otras normas de la familia 25000. Actualmente esta división se encuentra formada por:

ISO/IEC 25000 - Guide to SQuaRE: contiene el modelo de la arquitectura de SQuaRE, la terminología de la familia, un resumen de las partes, los usuarios previstos y las partes asociadas, así como los modelos de referencia.

ISO/IEC 25001 - Planning and Management: establece los requisitos y orientaciones para gestionar la evaluación y especificación de los requisitos del producto software.

ISO/IEC 2501n – División de Modelo de Calidad

Las normas de este apartado presentan modelos de calidad detallados incluyendo características para calidad interna, externa y en uso del producto software. Actualmente esta división se encuentra formada por:

ISO/IEC 25010 - System and software quality models: describe el modelo de calidad para el producto software y para la calidad en uso. Esta Norma presenta las características y sub-características de calidad frente a las cuales evaluar el producto software.

ISO/IEC 25012 - Data Quality model: define un modelo general para la calidad de los datos, aplicable a aquellos datos que se encuentran almacenados de manera estructurada y forman parte de un Sistema de Información.

ISO/IEC 2502n – División de Medición de Calidad

Estas normas incluyen un modelo de referencia de la medición de la calidad del producto, definiciones de medidas de calidad (interna, externa y en uso) y guías prácticas para su aplicación. Actualmente esta división se encuentra formada por:

ISO/IEC 25020 - Measurement reference model and guide: presenta una explicación introductoria y un modelo de referencia común a los elementos de medición de la calidad. También proporciona una guía para que los usuarios seleccionen o desarrollen y apliquen medidas propuestas por normas ISO.

ISO/IEC 25021 - Quality measure elements: define y especifica un conjunto recomendado de métricas base y derivadas que puedan ser usadas a lo largo de todo el ciclo de vida del desarrollo software.

ISO/IEC 25022 - Measurement of quality in use: define específicamente las métricas para realizar la medición de la calidad en uso del producto.

ISO/IEC 25023 - Measurement of system and software product quality: define específicamente las métricas para realizar la medición de la calidad de productos y sistemas software.

ISO/IEC 25024 - Measurement of data quality: define específicamente las métricas para realizar la medición de la calidad de datos.

ISO/IEC 2503n – División de Requisitos de Calidad

Las normas que forman este apartado ayudan a especificar requisitos de calidad que pueden ser utilizados en el proceso de elicitación de requisitos de calidad del producto software a desarrollar o como entrada del proceso de evaluación. Para ello, este apartado se compone de:

ISO/IEC 25030 - Quality requirements: provee de un conjunto de recomendaciones para realizar la especificación de los requisitos de calidad del producto software.

ISO/IEC 2504n – División de Evaluación de Calidad

Este apartado incluye normas que proporcionan requisitos, recomendaciones y guías para llevar a cabo el proceso de evaluación del producto software. Esta división se encuentra formada por:

ISO/IEC 25040 - Evaluation reference model and guide: propone un modelo de referencia general para la evaluación, que considera las entradas al proceso de evaluación, las restricciones y los recursos necesarios para obtener las correspondientes salidas.

ISO/IEC 25041 - Evaluation guide for developers, acquirers and independent evaluators: describe los requisitos y recomendaciones para la implementación práctica de la evaluación del producto software desde el punto de vista de los desarrolladores, de los adquirentes y de los evaluadores independientes.

ISO/IEC 25042 - Evaluation modules: define lo que la Norma considera un módulo de evaluación y la documentación, estructura y contenido que se debe utilizar a la hora de definir uno de estos módulos.

ISO/IEC 25045 - Evaluation module for recoverability: define un módulo para la evaluación de la subcaracterística Recuperabilidad (Recoverability).

La división de extensión de SQuaRE (ISO/IEC 25050 a ISO/IEC 25099) se reserva para normas o informes técnicos que aborden dominios de aplicación específicos o que puedan ser utilizados para complementar otras normas de la familia SQuaRE.

Norma anterior, sin entrar en detalle en las cinco (5) divisiones que hoy conforman la familia de Normas ISO/IEC 25000.

Instructivo: si no ha mencionado la metodología PMBOK, preguntar:

Pregunta 6. ¿Tiene conocimiento del PMI (Project Management Institute) como organización que establece criterios y estándares para la gestión de proyectos, y es certificadora a la vez de los profesionales de la disciplina de Gestión de Proyectos?

Instructivo: si tiene conocimiento pasar a las preguntas 7, 8 y 9, de lo contrario ir a la pregunta 10 y siguientes.

R. Como se aprecia a lo largo del desarrollo de la entrevista, todos los empresarios, máxime Intersoftware, como corporación, tienen claro el funcionamiento del modelo o guía PMBOK, que como lo expresaron, lo tienen concebido como un excelente referente dentro de las metodologías de que dispone el medio y el sector, no sólo para el desarrollo de *Software*, sino para cualquier otra industria, sector y actividad económica, pues todos coincidieron en que “*este método ofrece una práctica y didáctica forma de abordar cualquier proyecto, razón por la cual se convierte en un esquema muy genérico y que se hace dispendioso cumplir con toda su rigurosidad*” (expresado por ellos mismos).

Con respecto a su percepción sobre el *Project Management Institute* (PMI), Intersoftware les implementó un seminario de 60 horas a directivos y personal de ingeniería acerca de su filosofía, sus bondades y sus mejores prácticas. Por lo tanto, tienen claro que PMI es una de las asociaciones profesionales de miembros más grandes del mundo, que cuenta con casi un millón de miembros, tanto personas naturales como jurídicas, que han logrado sus certificaciones en más de 170 países.

En su percepción general, consideran que las buenas prácticas logradas por sus empresas las deben precisamente a la seriedad y celeridad de la organización PMI con sus afiliados, a

través de estándares claros que les ha permitido incursionar en el concepto de Investigación y Desarrollo (I+D), como una nueva filosofía de empresa.

Todos han logrado, en la mayoría de sus ingenieros, la certificación del Profesional en Dirección de Proyectos (PMP), como una marca registrada de talla mundial que habilita a los certificados o participantes como empresarios o dependientes en cualquier industria de *Software* a nivel mundial. De allí, conjuntamente con la SEI, se incorporaron al programa PSP, de mejoramiento profesional en cuanto a competencias ingenieriles, con el enfoque CMM.

De igual forma, otro importante beneficio logrado a través de la participación en el PMI, fue *“la incorporación al RELAIS (Red Latinoamericana de la Industria de Software), auspiciada por el Fondo Multilateral de Inversiones (FOMIN) del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), con lo que se logró una presencia y posicionamiento fuerte en el mercado nacional y del Caribe, según ADA S.A.*

Cabe resaltar uno de los más importantes beneficios que se hayan logrado a través del Instituto, y es la participación que a través de las comunidades, que como miembros del PMI, son dirigidas por voluntarios y fomentan el compartir el conocimiento y la vinculación entre profesionales independientes, líderes y expertos de opinión en la industria del Software y del BPO. En este escenario, los participantes, enfatizan, cómo a través de esta comunidades se han capacitado a través de los llamados *SeminarsWorld*, que al igual es una marca propia del PMI a nivel mundial, y que gracias a su versatilidad a través de los grupos SCRUM en Colombia, se han capacitado en temas de alta trascendencia internacional, tanto en normatividad como en procesos de mejoramiento continuo, donde se han desarrollado las metodologías PMBOK, Deming y de Gerencia de Proyectos, además otras como Six Sigma, 360°.

La compañía PSL enfatizó en los programas de Investigación y Desarrollo que se han venido articulando entre PMI, el MinTics, y los Clúster de software, hasta el punto de lograr la

participación activa de Colciencias en proyectos de alto valor agregado en desarrollo de *Software*, todos inscritos bajo la modalidad de Gerencia de Proyectos.

Por último, el directivo de Intersoftware hizo un reconocimiento al Instituto PMI, por su transparencia y capacidad de gestión, al contar con un Grupo de Dirección Ejecutivo y el personal profesional del Centro de Operaciones Globales del PMI, ubicado en la ciudad de Newtown Square, en Pennsylvania, EE.UU., desde donde se articulan los programas estratégicos a nivel mundial, y en particular expresó: *“hemos logrado sus socializaciones a través de los equipos SCRUM en Colombia, de donde al igual se han generado importantes mesas de negocios en Plaza Mayor y en Centro de Convenciones de Bogotá, con el apoyo de Proexport, hoy Procolombia”*.

Pregunta 7. ¿Qué opinión le merece la metodología o guía que ofrece este Instituto denominada PMBOK, la cual proporciona una descripción general de los fundamentos de la Gestión de Proyectos, reconocidos como buenas prácticas?

R. Las respuestas logradas en la pregunta anterior dan fe de los beneficios que perciben los empresarios bajo estudio, pero nuevamente retoman aspectos de importancia del PMI, no sólo en materia de tecnicismos de desarrollo ingenieril, sino de los aportes que, en materia de gerencia de proyectos, se les ha capacitado, como lo afirmó el empresario de ADA S.A., *“da pena decirlo, pero hasta hace apenas cinco años o menos, los empresarios, hoy ostentamos ese calificativo, de Empresarios, pero nos miraban como comerciantes de software, y es que eso tenía razón porque manejamos lo que hoy son nuestras compañías, como verdaderas tiendas u oficinas de asesoría”*. A través de MiPymes y el mismo SIE con el apoyo del MinTICs, se ha predicado que la ejecución de proyectos exitosos sólo puede lograrse cuando se tenga una planeación estratégica clara de largo plazo, con sus indicadores en todas sus tareas y procesos, y en este sentido el PMI les ha suministrado una serie de lineamientos consignados en el mismo método

PMBOK, por ser su razón de ser, pero son igualmente conscientes, como lo planteó el participante de CEIBA, *“nos falta fortalecer en desarrollo de una metodología con herramientas definidas, procesos ajustados a las necesidades, plantillas, formatos y pasos a seguir en la gestión de proyectos, pues hasta ahora aún tenemos muchos vicios, si bien es cierto que el PMBOK es muy dispendioso, es precisamente para enseñarnos como a niños de escuela, que todo proyecto tiene sus fases, y que éstas a su vez, ocupan un lugar en el tiempo para ser desarrolladas.”*

Pregunta 8. Teniendo en cuenta esta guía metodológica y didáctica en la Gestión de proyectos ¿considera que para el caso de Proyectos de desarrollo de Software, dicha metodología es apropiada? ¿Por Favor me da su punto de vista?

R. Yo considero, participó el empresario ADA SA, *“que definitivamente queramos o no, siempre estamos de alguna manera cumpliendo con los lineamientos del PMI, y eso no es otra cosa que acogernos a la metodología PMBOK, que si es cierto que las funciones de dirección o gerenciales que son tan dispendiosas nos las saltamos en cierta forma, pero lo que son los parámetros de tipo técnico, sí los venimos cumpliendo al pie de la letra, pues esa es nuestra esencia, desarrollar software”*

En respuesta a la actual pregunta, coincidieron los empresarios de la Red Intersoftware que la metodología PMBOK, y en particular respecto a las directrices ofrecidas por el PMI en materia de gerencia de proyectos, la guía responde a la carencia de una metodología y unas herramientas definidas, tanto para la administración y ejecución de proyectos, y que hasta entonces el éxito, porque consideran que siempre han sido exitosos, gracias a los amplios conocimientos de sus gestores o pequeños empresarios, su manejo dependía más de la habilidad y conocimiento operativo que de la misma gestión o dirección, pues como lo argumentó el empresario de Ceiba Software *“nosotros no sabíamos ni siquiera cómo se colocaba el precio a*

un software, pero a veces lo hacíamos en un fin de semana y pensábamos que un fin de semana nuestro valía 50 mil pesos, cuando el software en ese tiempo, 10 años atrás, podría valer 2 ó 3 millones de pesos, lo que hoy equivale a venderlo a 12 ó 15 millones”

Ante el empirismo que manejaban estos pequeños emprendedores, hoy convertidos en grandes y estrategias empresarios, no contaban con herramientas que les permitiera un control y seguimiento al desarrollo de sus productos, pues eran desarrollos diversos para diferentes clientes y a todos les trabajaban simultáneamente, hasta llegar a suceder, como lo expresó el directivo de ADA S.A.: *“una vez le entregué a un cliente de unas confecciones de Itagüí un software para inventarios, y era de un negocios de pollos”*. Esto, debido a la falta de un direccionamiento estratégico y más aún, a la falta de delegación que es normal en las Pymes, donde sus gerentes en su mayoría empíricos, no delegan funciones de apoyo que no sea de resorte de su misión.

Fue enriquecedora la participación de Intersoftware, que en forma muy magistral hizo una comparación entre la definición de proyecto y las partes específicas que realiza el PMI a través de su guía PMBOK. Igualmente, se hizo referencia a las fases clásicas u ortodoxas, como las llamaron, de cualquier proyecto. *“En la fase inicial, y quizás la más importante, porque de allí se derivan las demás, está la de “entender el problema o la oportunidad”, es decir, aquí, nosotros como empresarios debemos tener una visión muy empresarial orientada hacia el mercadeo, pues es el mercado quien define lo que necesita y nosotros simplemente interpretamos su necesidad, su idea, y la materializamos en una propuesta; luego, al tener claridad sobre esa oportunidad que representa un cliente y su necesidad o el problema al que se enfrenta empresarialmente por la falta de un software a su medida, viene la segunda fase, es decir, analizar de todas las posibles soluciones, cuál es la más óptima para esa necesidad específica; esto porque ante una misma necesidad, que no es más que un problema a resolverle al cliente, puede haber un sinnúmero de soluciones, y eso sí que lo tenemos claro, y muchas veces por acelerados,*

terminamos haciendo unos soluciones de software que son sobredimensionadas, o quedamos cortos con lo que el cliente quiere, y eso porque siempre, ahora no tanto, pensábamos que todas nos las sabíamos y que el cliente era un ignorante en la materia; ahora no, ya hay clientes que saben más que uno.

“Sí tenemos clara la solución óptima, no sólo en términos de costos, que ese ha sido el problema, pensar en que el cliente todo lo va a ver costoso; no, no; debemos pensar en que realmente esa es la solución y a partir de allí se le vende el costo /beneficio, eso es lo que nos han enseñado en los seminarios. Entonces viene el desarrollo de la solución y elaboración de un plan de trabajo como fase 3, que es la de “lanzamiento del proyecto”, y es aquí donde tenemos que poner todo nuestro ingenio de forma muy responsable, pues muchas veces por la misma premura, no hacemos los pretest, para preguntarnos nosotros mismos y a nuestro equipo de trabajo, sobre las posibles falencias que pueda tener el software, es decir, las pruebas, antes de que el usuario lo opere es fundamental, así tengamos que invertir en reproceso y hasta en el peor de los casos, a volverlo a hacer; no podemos darnos el gusto que sea el usuario el que nos esté llamando a ponernos en conocimiento del mal servicio”.

De acuerdo con la ponencia anterior del participante y con la aceptación de los demás al considerar que precisamente el método PMBOK, palabras más palabras menos, lo que hace es lo mismo, pero con unas fases que conllevan a 42 funciones muy específicas, dieron a entender que todos tienen un conocimiento claro sobre la gestión de proyectos en materia de desarrollo de *Software*, y que retomando el objetivo central, de acuerdo con la última intervención del empresario de ADA S.A, al referirse a la importancia de la última fases de “lanzamiento del software”, y específicamente en la importancia de someterlos a prueba o Ensayo, objeto de este estudio, hay que entender que la función de lanzamiento de un *Software*, no se puede entender como la función de lanzar un producto estandarizado al mercado para un amplio grupo de

consumidores; no, pues se trata de soluciones muy específicas en un cierto tipo de usuario, pero que si bien en lo general los software atienden necesidades muy comunes, como el caso de un software para manejo de inventarios, es claro que los inventarios están en diferente categoría de productos, sus costos, niveles de rotación, métodos de costeo y valorización, entre otros, es decir, manifestó el directivo de ADA S.A.: *“por más que se logre un desarrollo de software estandarizado para necesidades muy genéricas, las etapas de Prueba o Ensayo final son quizás las más críticas que enfrenta la Gerencia de Proyectos de software, pues ante una posible o posibles No Conformidades, los costos no sólo para el cliente sino para nosotros como empresarios pueden incrementarse ostensiblemente”*.

Pregunta 9. ¿Qué opinión tiene sobre otras metodologías ágiles, como el Facilitador Scrum, Kanban o Scrumban, comparativamente con el PMBOK, en cuanto a sus niveles de productividad o eficiencia?

R. Ya a estas instancias de la entrevista, los empresarios tienen claro, que en el caso del SCRUM, más que una metodología de desarrollo de *Software*, es una metodología de trabajo que permite la creación de equipos auto organizados, impulsando la co-localización de todos los miembros del equipo, y la comunicación verbal entre todos los miembros y disciplinas involucradas en el proyecto. Es decir, lo consideran como una forma de trabajo y no de operación, pero igualmente resaltaron la importancia de Scrum en la medida en que *“es el reconocimiento de que durante un proyecto los clientes pueden cambiar de idea sobre lo que quieren y necesitan (a menudo llamado requirements churn) requerimientos churn*), y que los desafíos impredecibles no pueden ser fácilmente enfrentados de una forma predictiva y planificada”. En este sentido, SCRUM adopta una aproximación pragmática, aceptando que el problema no puede ser completamente entendido o definido, y centrándose en maximizar la

capacidad del equipo de entregar rápidamente y responder a requisitos emergentes que eventualmente se presentan.

En este sentido, los participantes reconocieron de esta práctica gerencial del Scrum que permite al equipo de trabajo lograr una gestión permanente y anticipada de las expectativas del cliente, mayor flexibilidad y adaptación, un retorno de inversión (ROI) por su sigla en inglés *Return on investment*, prevención o mitigación de riesgos, lograr una mayor productividad y calidad, siempre y cuando se cuente con las competencias profesionales de los ingenieros, un alineamiento entre cliente y equipo, es decir, sinergia en las comunicaciones, y por último, un equipo motivado y liderado desde la alta dirección.

El empresario ADA S.A., manifestó que uno de los atractivos del SCRUM, *“por propia experiencia, es que es un método bastante amigable de trabajo, pues en él participan equipos afines, lo que lo convierte en la principal ventaja, al ser muy fácil de aprender, y requiere muy poco esfuerzo para comenzarse a utilizar”*.

Al abordar la temática sobre la metodología Scrumban, todos coincidieron en que era simplemente una manifestación del mismo Scrum, sólo con algunas mejoras. De hecho, se trata de una mejora del Scrum, pues esta metodología nace de la combinación de principios de los métodos ágiles de gestión de proyectos más importantes en la actualidad, como son el mismo Scrum y el Kanban. Este último simplemente, al fusionarse con el SCRUM, genera el Scrumban, el cual se encarga de combinar aquellos elementos que resultan complementarios. En el escenario empresarial es muy común que los gerentes destinen sus funciones mediante SCRUM en gestionar las tareas previstas, en tanto a planificar los errores con el método Kanban. Es decir, aquello que al combinarlo sirva para mejorar la productividad de un plan de empresa.

Pregunta 10. Didácticamente ¿cuál considera sea la Metodología apropiada en la Gestión de Proyectos en el caso de desarrollo de software, como Framework Lineal, Interactivo, modelos en Cascada, Incrementales, Espiral, RAD, entre otros?

R. Todos los empresarios hicieron mención nuevamente de la importancia de la Gerencia de Proyectos basada en el moldeo PMBOK, pero a la vez fueron sinceros en tener poco conocimiento de otros métodos, al momento de mencionar algunas características de ellos, pero sí enfatizaron en las metodologías Interactivas e Incremental.

Inicialmente se refirieron al modelo en “Cascada”, el cual establece un proceso para desarrollo de *Software*. Por lo que se define la metodología como un proceso similar al ofrecido en PMBOK, al considerar que, explicó Ceiba S.A.S., *“las actividades se deben desarrollar en cada una de sus fases, y cada una de las fases tiene un nombre, que deja ver el carácter técnico de las actividades que se llevan a cabo en dicha fase; así mismo, al interior de cada una de las fases están implícitas las actividades de gestión, tales como planificación, seguimiento, evaluación de resultados y productos generados en cada fase”*. Es decir, como lo argumentó el directivo, este método es percibido por los participantes más como un proyecto de tipo gerencial que operativo, aunque como lo expresan, al interior de cada fase se desarrollan las tareas pertinentes.

Por su parte, con respecto al desarrollo incremental e iterativo, como una metodología que proporciona desarrollos rápidos de *Software*, y tiene muy claro el ciclo de vida del proyecto, explicó ADA S.A., *“es decir, el mejoramiento iterativo permite desarrollar un sistema de programas de manera incremental, permitiéndole al desarrollador sacar ventaja de lo que se ha aprendido a lo largo del desarrollo anterior, incrementando, versiones entregables del sistema”*. En este sentido, el conocimiento se deriva del desarrollo del sistema propiamente dicho y su uso o implementación. Los pasos claves en el proceso son comenzar con una implementación simple

de los requerimientos del sistema, e iterativamente mejorar la secuencia evolutiva de versiones, hasta que el sistema completo esté implementado. En este punto es importante considerar que en cada iteración se realizan cambios en el diseño y se agregan nuevas funcionalidades y capacidades al sistema.

Pregunta 11. En su caso particular, ¿cuál o cuáles (combinación) de los anteriores desarrollos utilizan ustedes y cuál metodología de estructuración, planeación y control del proceso utilizan?

R. Este cuestionamiento estuvo muy alineado con las percepciones ya realizadas de la compañía Intersoftware, pues, como corporación, ha direccionado todos sus esfuerzos hacia la certificación de sus corporados, caso las empresas bajo estudio, por lo tanto, la mayor labor realizada se ha llevado a cabo a través del SEI, el PMI, y el MinTICs en materia de capacitación y acompañamiento. Sobre este particular, todos los empresarios coincidieron en que *“la metodología del PMBOK, acompañada de los lineamientos de la gerencia de proyectos y la consolidación de los equipos interdisciplinarios en la figura Scrum, se han convertido en la plataforma estratégica y operativa en nuestras organizaciones, especialmente por la metodología misma de la Gerencia y la aplicación del modelo estratégico”*.

Esta intervención pone claro que los empresarios, que de alguna manera participan en diversas metodologías, siempre están a la sombra, por así decirlo, de la guía PMBOK, es decir, consideran la gerencia de sus proyectos como una función en sí misma, y no como un medio para lograr el éxito en el desarrollo de sus portafolios. Es decir, todos son conscientes que buscan que sus productos y servicios cumplan con las restricciones del alcance, tiempo y costo, con los requerimientos de calidad planteados al inicio y que además el producto o servicio satisfaga las expectativas de los clientes.

Fue curioso, en cierto sentido, que ninguno de los participantes tenía claro que el PMBOK como metodología, es un producto del PMI, el cual lo ha desarrollado como guía que identifica lo que constituye el cuerpo de conocimiento en gerencia de proyectos, generalmente reconocido como buenas prácticas, cuyo conocimiento es aplicable a la mayoría de los proyectos y cuyos lineamientos y prácticas pueden mejorar el éxito de los mismos. Es decir, como guía tiene toda la aplicación de todo tipo de proyectos, en este caso enfatizando en los de talla mundial, como sectores de desarrollo de *Software* y BPO.

Con una visión más gerencial, el empresario de PSL manifestó que, *“si bien la práctica del SCRUM no obedece a un método propiamente dicho de desarrollo de software, se ha convertido en una herramienta gerencial que nos ha permitido un mejor trabajo en equipo, pero nuestro principal modelo ha sido a través de la metodología del Ciclo De Deming, por medio del cual hemos logrado una mayor competitividad en el sector”*.

Este modelo lo inician con un proceso de *Planeación* (P), mediante el cual se recopilan los datos para sondear o profundizar en el conocimiento del proceso, como requisito inicial para proseguir a establecer las actividades iniciales del proceso, necesarias para obtener el producto final o entregable al cliente. Las actividades que allí se desarrollan son muy similares a las establecidas en la Fase I del modelo PMBOK, o de Inicio, simplemente que son agrupadas en actividades básicas como, determinar las especificaciones de los resultados esperados, es decir, la creación de un proyecto o prototipo de producto; por lo tanto, la claridad en las especificaciones del software deben estar contempladas en el contrato establecido con el cliente; paso seguido, se detallan las especificaciones de los resultados esperados y las actividades necesarias para lograr el producto final, siempre verificando los requisitos especificados.

Al tener claras las especificaciones del prospecto o entregable, se pasa a la Fase II llamada *Hacer* (Do), en la cual se pasa a la ejecución del plan contemplado en la Fase inicial. Esta etapa es bastante relevante, toda vez que allí se abordan las fases de un proceso administrativo muy gerencial, es decir, contempla la organización del equipo de trabajo; se establecen los roles y responsabilidades del equipo, a fin de dirigir sus funciones; se asignan los recursos necesarios de tipo financiero, técnico y humano que demanda la ejecución del proyecto, a partir de la cual inicia todo el proceso de verificación y control.

Al ser un método cíclico, la tarea de control se establece en la llamada *Check List*, o lista de chequeo, y es allí donde se aborda la Fase III, o de *Verificación* (Check). Lo que se hace en esta fase es precisamente entrar a comparar lo presupuestado con lo que hasta ahora se ha venido ejecutando, a fin de identificar posibles desviaciones y tomar medidas correctivas.

Gracias a esta fase de Control, la gerencia del proyecto toma decisiones inherentes a los resultados del desarrollo de producto, esto es, tomar decisiones respecto a los eventuales errores o desviaciones encontradas en su ejecución, lo que en muchos casos obliga a volver a la fase inicial de análisis de especificaciones para introducir las mejoras a que dé lugar. Ha sido común, manifestó el directivo de PSL, que *“la etapa inicial de Planeación ha sido exitosa en la compañía, ya que el nivel de error o desviación que se nos ha presentado en la historia mediante este método, ha sido tolerable: podríamos decir que el nivel de desviación ha estado en los márgenes de tolerancia establecidos por la gerencia de proyectos, la cual siempre ha estado en el rango del 0.002%, es decir, con unos solos ajustes nos hemos evitado incurrir en sobre costos de reproceso”*

A lo que se refiere el directivo de PSL es, precisamente, evitar en caer en los llamados *errores insalvables*, que obligan, en la mayoría de los casos, a abortar o abandonar las ejecuciones hasta la fecha realizadas, permitiendo documentar el proceso y proceder a una realimentación para ajustar y culminar el proyecto.

Para una mejor ilustración del modelo, a continuación se presenta el esquema del modelo o *Ciclo Deming*, como metodología asociada con los métodos de Mejora Continua, con alto contenido de planeación estratégica.

Como se puede apreciar, dicho modelo es muy utilizado en la Gerencia de Proyectos, excelente en las funciones de dirección, desde donde se dirigen las funciones de tipo operativo o ingenieril. En este sentido, hace parte de los modelos empleados en los Sistemas de Gestión de la Calidad (SGC) y los Sistemas de Gestión de la Seguridad de la Información (SGSI), propios de desarrollo de software y de las TICs en general.

Pese a que las Fases establecidas en el modelo Deming son bastante administrativas, en la última Fase de *Verificación* o *Check*, es donde se encuentra la Fase PMBOK de Pruebas y Ensayo del software, es decir, los expertos en Gerencia de Proyectos le han llamado a esta Fase de *Verificación*, fase de “Ajuste”, por ser la Fase que tiene que ver con el cierre del ciclo a través de realimentación, para acercar los resultados obtenidos a lo presupuestado; por lo tanto, es la Fase crucial, en la cual se somete el software a pruebas de laboratorio, sin la entrega de los códigos de entrada al usuario.

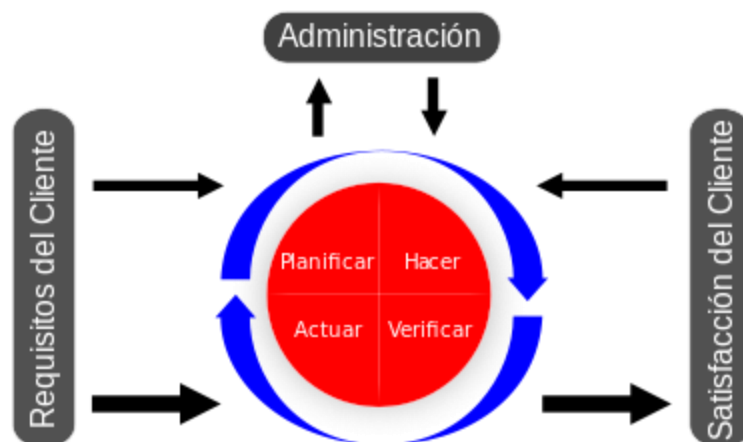


Figura 12. Ciclo Deming. Fuente: (Borrego, 2009, p.82).

De acuerdo con las manifestaciones de la compañía PSL, este proceso de mejora continua, al igual que otros métodos, como la misma Planeación Estratégica, permiten a las organizaciones una mejora integral de sus procesos, y por consiguiente, mayor productividad en cuanto a optimización de costes y tiempo asociados al desarrollo de sus productos y servicios, mejorando continuamente la calidad, requisito de una mejor competitividad y aumento de su rentabilidad operacional.

Pregunta 12. Igualmente en su caso, ¿qué metodología utiliza para la realización de las Pruebas y Ensayos a la cual somete su desarrollo de software, previo a la entrega al usuario final?

R. En esta pregunta final, y que obedece propiamente al objetivo central del estudio, se logró establecer cómo, a través de diversas prácticas en cuanto a modelos de Pruebas y Ensayos, en su mayoría coincidieron en que el camino más expedito para lograr un excelente proyecto al mejor costo y en el mejor tiempo, es aquella metodología mediante la cual se establece un Plan Estratégico para cada proyecto, involucrando un equipo interdisciplinario y agotando todas y

cada una de las etapas inherentes a la misma Gerencia de Proyectos, y que para algunos podría llamarse *Ciclo Deming*, para otros PMBOK, y para otros modelo en *Cascada*, pero que todos conllevan al mismo fin: lograr un producto final que supere las expectativas de sus clientes, pero siempre con un Retorno Sobre la Inversión-ROI-, de acuerdo con los objetivos de rentabilidad de cada empresa. Como lo expresó el empresario ADA S.A.: *“nada nos ganamos con que el cliente quede muy satisfecho si la empresa por su misma improductividad o incompetencia de sus empleados, elaboró un excelente software, incurriendo en sobre costos y mayor tiempo, pues eso no es un gana-gana, y lógicamente, las empresas desaparecerían del mercado”*

Vale la pena analizar cada una de las posturas o apreciaciones de los empresarios, especialmente, tres de ellos, que fueron bastante claros con sus metodologías o modelos de Pruebas.

En primer lugar, se obtuvo la participación del empresario PSL. En el caso de la compañía, han considerado que como empresas articuladas a las metodologías BPO o de tercerización, les ha resultado muy fructífero considerar el ambiente general del PMBOK, pero a partir de allí, articulan dos metodologías más simples pero muy efectivas. Se fusionan los procesos establecidos por la metodología de *Espiral* y la establecida en el *Proceso Unificado de Rational* (RUP) por su sigla en inglés. Ambas metodologías, por su componente importante en las fases de Pruebas y Ensayo.

Las metodologías se complementan, es decir, agregó el directivo: *“por nuestra experiencia son dos metodologías que no riñen entre sí, y las destacamos por el manejo en los procesos de tipo iterativo e incremental, lo que nos ha permitido contar con una metodología simple y de fácil adaptabilidad”*

Con respecto al modelo en *Espiral*, agregó el directivo: *“es un modelo, que como se lo expresé en una de la preguntas, se basa en ciclo de vida del proyecto, en el cual se plantea el*

desarrollo iterativo e incremental, que si se compara con otros modelos, es muy explícito, lógicamente no tanto como el PMBOK, pero permite identificar todas aquellas funciones de gestión, lo que lo hace muy aplicado a la gerencia de proyectos. Con este método en Espiral, venimos implementando la disciplina del SCRUM, con grupos de trabajo muy bien definidos en cada proceso gerencial; inicialmente determinamos los objetivos del proyecto en el cual participamos, desde la gerencia hasta el líder de proyectos, pues es en esta fase donde inicia el éxito o fracaso del proyecto; una vez hemos definido con claridad los objetivos, procedemos a analizar los posibles riesgos que pueden presentarse en las etapas del mismo, y aquí acudimos al Ciclo Deming, ya que una vez superados los objetivos y los riesgos, que siempre están inmersos en cualquier proyecto, entramos a planificar las demás etapas, especialmente la administración que se dará a los eventuales riesgos y la gestión del alcance del proyecto”.

Además agregó: “como le expresé antes, para nosotros es muy importante considerar los flujos de cada proceso y las iteraciones que se presentan por fase de desarrollo. En este sentido, el Proceso Unificado Rational-RUP-, nos permite identificar claramente los flujos de soporte, que se presentan en las mismas etapas de Espiral, pero con un ingrediente adicional, y es que en el RUP, cada fase la dividimos en varias iteraciones, y en cada iteración ejecutamos cada uno de los flujos de trabajo, tanto los relacionadas a la gestión (más de dirección) y las técnicas. Es decir, aquí se fusionan las fases del modelo Deming y las operativas que establece PMBOK. En las de gestión consideramos la planificación, asignación de recursos, seguimiento o evaluación, gestión de riesgos de la iteración y evaluación de resultados. Si usted observa entre otros, no es más que el modelo Deming basado en las variables de PHVA. En tanto en las funciones operativas, nos dedicamos a establecer los requerimientos del proyecto, análisis, diseño, implementación, Pruebas y gestión de configuración”.

De acuerdo con el empresario, se puede lograr una aproximación básica a ambos modelos. En primer lugar, el método de Espiral, como muy bien lo expresaba, es muy similar al modelo o Ciclo Deming, por su contenido altamente de gestión o gerencial, con un importante diferencial, en la medida en que incorpora las Iteraciones en cada fase, especialmente se destacan las inherentes a las Fases de Desarrollo y Prueba, que a la vez, son afines con las propuestas en el modelo o Guía PMBOK. En esta se destacan las simulaciones previas al código, la validación de requisitos y las Pruebas Unitarias, con el fin de garantizar al usuario la estabilidad del software.

En forma comparativa a este modelo, el RUP, (*Rational Unified Process*) destaca un importante diferencial y complementado a la vez, del Espiral, correspondiente al manejo de las iteraciones en cada Fase de Diseño, Ejecución y Control, especialmente las asociadas con los requerimientos y Pruebas o Ensayos, previos a la gestión de configuración.

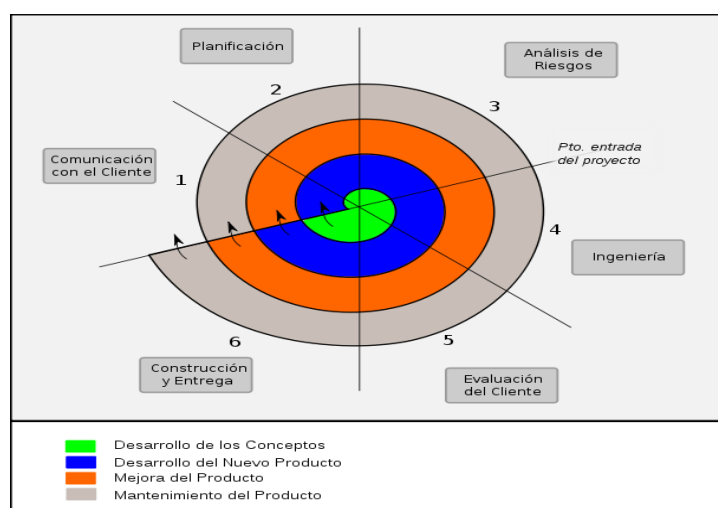


Figura 13. Modelo en Espiral. Fuente: Tomado de <http://software1nathalygrijalva.blogspot.com.co/2012/10/modelo-espiral.html>

La importancia de este método radica en la versatilidad que tiene, de acuerdo con las necesidades específicas del usuario, es decir, fue concebido por la firma IBM y se encuentra respaldado por el OMG (*Object Management Group*), para ser incorporando al Lenguaje

Unificado de Modelado UML⁶ por su sigla en inglés, lo que le ha permitido constituirse como una herramienta gerencial para la estimación del alcance y tiempo de los proyectos de tecnología de tipo estándar, con alta aceptación en las fases de análisis, diseño e implementación. Esto es, por ser un método incluido en el *Rational Method Composer* (RMC), como lo plantea Woes (1999), permite la personalización del desarrollo del software, de acuerdo con las necesidades del usuario en sus diversos ambientes y plataformas. Haciendo una comparación entre los modelos anteriores, tanto Espiral y RUP, este último, en su Ciclo de Vida, se constituye en una implementación del molde en Espiral. Como se puede apreciar en la siguiente ilustración, se destacan las Iteraciones en número variable, según el proyecto, y en las que se hace un mayor o menor hincapié en las distintas actividades.

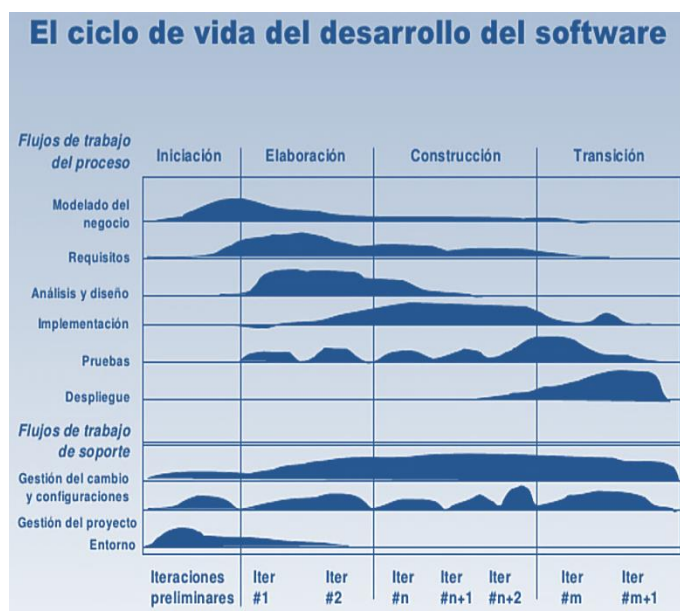


Figura 14. Fases del Proceso Racional Unificado (*Rational Unified Process* en inglés, habitualmente resumido como RUP) Fases del modelo PMBOK. *Fuente:* Tomado de Jacobson (2000, p.66).

⁶ Es un lenguaje gráfico para visualizar, especificar, construir y documentar un sistema. UML ofrece un estándar para describir un "plano" del sistema (modelo), incluyendo aspectos conceptuales tales como procesos de negocio, funciones del sistema, y aspectos concretos como expresiones de lenguajes de programación, esquemas de bases de datos y compuestos reciclados.

En la siguiente figura 15, las franjas de color amarillo permiten identificar la variación del esfuerzo asociado con las disciplinas, según la fase en la que se encuentre el proyecto RUP. En este sentido, las primeras iteraciones se presentan en las fases de Inicio y Elaboración, enfocándose hacia la comprensión del problema y la tecnología, la delimitación del ámbito del proyecto, el control de los riesgos críticos, y al establecimiento de una Línea Base de la arquitectura, razón por la cual, en la fase de inicio las iteraciones hacen mayor énfasis en actividades de modelado.

Un elemento a destacar, al igual que en la fase final del PMBOK, en el RUP, para cada iteración se seleccionan algunos Casos de Uso, se refinan su análisis y diseño y se procede a su implementación y Pruebas, realizando tantas iteraciones como sean necesarias, hasta que se termine la implementación de la nueva versión del producto. Por último, la fase de Transición permite garantizar al usuario que contará con un producto que responde a sus necesidades particulares, aparte de ser de los más amigables en su codificación, su control de cambios y por su facilidad de ser Modelado visual del software.

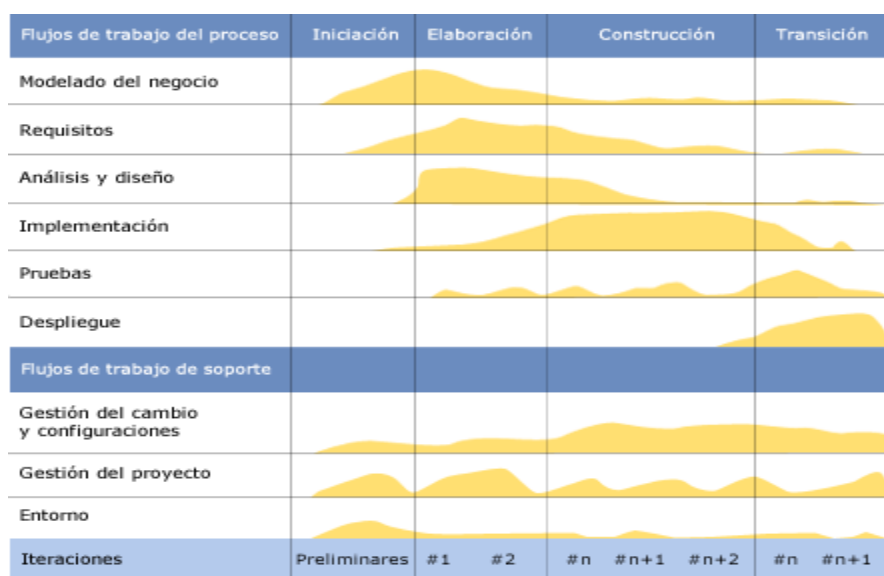


Figura 15. Iteraciones en número variable del modelo RUP, (Rational Unified Process). Fuente: Contreras, (2011, p.123).

Posteriormente, el empresario de la corporación Intersoftware, de la Red de Empresarios de Software, se refirió al caso en que vienen adelantado la mayoría de sus cooperados a nivel nacional. Al referirse al tema expresó: *“en general, estamos asumiendo la metodología del PMBOK desde hace 3 años, a partir de nuestra afiliación al Instituto de Administración de Proyectos (PMI), como asociación profesional para la gestión de proyectos sin fines de lucro más grande del mundo; en particular, nuestra participación ha estado basada a través del networking, mediante el cual nos han proporcionado documentos técnicos e investigaciones, teleconferencias y trabajo colaborativo en distintos proyectos, lo cual lo hemos hecho extensivo a nuestros casi 30 Cooperados. Si bien el PMBOK no es exclusivo como guía para el desarrollo de proyectos de software, ha sido una metodología que la hemos incorporado a todo tipo de proyectos dentro del concepto de Gerencia de Proyectos, y en particular, al desarrollo de software, pero en forma combinada con otras metodologías, como ya han sido planteadas por los compañeros participantes”*

En este sentido, es de entender la filosofía del PMBOK como una carta de navegación para la Gerencia de Proyectos, sin importar el campo del conocimiento, aunque enfatiza en aquellos asociados a las TI. Es decir, su objetivo está orientado a la descripción de los métodos y prácticas que deben tenerse en consideración, desde que se inicia un proyecto hasta su finalización, lo que posibilita, dentro de la Gerencia de Proyectos, la aplicación de estas prácticas como herramientas para llevar una buena gestión del proyecto y mantener un mayor control, permitiendo al Gerente del Proyecto (*Project Manager*) y a su equipo, SCRUM, en este caso, realizar proyectos de manera eficaz y eficiente en cuanto a su alcance, tiempo, coste, al tiempo que permite asegurar la calidad y transparencia a lo largo del Ciclo de Vida del Proyecto (CVP).

En este proceso de Gerencia de Proyectos, argumentó el empresario de Intersoftware: *“hemos incorporado el manejo del CMMI (Capability Maturity Model Integration), como uno de*

los más importantes aportes del PMBOK, toda vez que nos ha permitido mejorar los procesos de construcción de software, excelente en cuanto a la mayor capacidad y madurez de los procesos involucrados en la construcción de software”.

Al preguntarle puntualmente por las Pruebas y Ensayos a través del PMBOK, exclamó:

“es que no se puede confundir, lo que es la gestión del proyecto como objetivos básico de la Gerencia del Proyecto, y aquellas operaciones al interior del proyecto. Es decir, el PMBOK lo que hace es ofrecer una guía práctica que garantiza la vida útil del proyecto, cualquiera que este sea; y otra es el diseño, la ejecución y el control de un proyecto de software. En este sentido PMBOK tiene doble propósito, por un lado sirve para estructurar el conocimiento comúnmente aceptado sobre la gestión de proyectos, y por otro lado sirve como metodología para la dirección de proyectos. Pero esos objetivos por si mismos no están ofreciendo una aplicación informática que le permita al desarrollador de software hacer un Testing Funcional por ejemplo, al software como fase de Pruebas o Ensayos; no, las Pruebas y los Ensayos se realizan con diversas metodologías que no tiene nada que ver con el PMBOK, pero sí se integran a la Guía PMBOK en una de sus fases”

Analizando la posición del empresario, es necesario aclarar que la Guía PMBOK dentro del proceso de gestión de proyectos presenta 5 grupos de procesos: Inicio, Planificación, Ejecución, Seguimiento y Control, y Cierre del proyecto. A la vez, cada grupo está compuesto de una serie de procesos de las diferentes áreas de conocimiento. Vale la pena retomar, sin entrar en detalle, cuáles son los grupos en los cuales está conformado el PMBOK y los procesos de las diferentes áreas de conocimiento.

Como se puede apreciar, y retomando las apreciaciones del empresario Intersoftware, la Guía PMBOK, en sus 42 procesos, como los podemos apreciar en su desglose en la tabla anterior, hacen referencia en su totalidad a actividades de gestión o de gerencia, necesarias en

cualquier proyecto. Es decir, aquellas actividades de desarrollo técnico, dependerán de las metodologías o técnicas que cada compañía o experto en desarrollo utilice. En este sentido, la Fase de Pruebas y Ensayos, que hacen alusión al objetivo del presente estudio, estarían consagradas, según la Guía PMBOK, en el Proceso de *Seguimiento y Control*, y en cuanto al Área de Conocimiento, podría decirse que las 10 funciones son transversales para todo el proyecto, enfatizando, tal vez, en la número 2. “*Realizar control integrado de cambios*”, los cuales se pueden presentar a lo largo del desarrollo de software, pero en este caso, al momento de realizar las Pruebas antes de la entrega o cierre, que representa el último Grupo.

Tabla 3. Procesos y área del conocimiento PMBOK

Proceso	Área de conocimiento
Inicio	Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto 2. Identificar a los interesados 3. Procesos de Planificación 4. Desarrollar el plan para la dirección del proyecto 5. Recopilar requisitos 6. Definir el alcance 7. Crear la EDT 8. Definir las actividades 9. Secuenciar las actividades 10. Estimar los recursos de las actividades 11. Estimar la duración de las actividades 12. Desarrollar el cronograma 13. Estimar costos 14. Determinar el presupuesto 15. Planificar la calidad 16. Desarrollar el plan de recursos humanos 17. Planificar las comunicaciones 18. Planificar la gestión de riesgos 19. Identificar riesgos 20. Realizar análisis cualitativo de riesgos 21. Realizar análisis cuantitativo de riesgos 22. Planificar la respuesta a los riesgos 23. Planificar las adquisiciones
Ejecución	1. Dirigir y gestionar la ejecución del proyecto 2. Realizar aseguramiento de calidad 3. Adquirir el equipo del proyecto 4. Desarrollar el equipo del proyecto 5. Dirigir el equipo del proyecto 6. Gestionar las expectativas de los interesados 7. Efectuar adquisiciones
Seguimiento y Control	1. Dar seguimiento y controlar el trabajo del proyecto

Proceso	Área de conocimiento
	2. Realizar control integrado de cambios 3. Verificar el alcance 4. Controlar el alcance 5. Controlar el cronograma 6. Controlar costos 7. Realizar control de calidad 8. Informar el desempeño 9. Dar seguimiento y controlar los riesgos 10. Administrar las adquisiciones
Grupo de Procesos de Cierre	1. Cerrar el proyecto o fase 2. Cerrar las adquisiciones

Fuente: (Fowler, 2003, p.78).

Como se puede apreciar, y retomando las apreciaciones del empresario Intersoftware, la Guía PMBOK, en sus 42 procesos, considerando su desglose en la tabla anterior, hacen referencia en su totalidad a actividades de gestión o de gerencia, necesarias en cualquier proyecto. Es decir, aquellas actividades de desarrollo técnico, dependerán de las metodologías o técnicas que cada compañía o experto en desarrollo utilice. En este sentido, la Fase de Pruebas y Ensayos, que hacen alusión al objetivo del presente estudio, estarían consagradas, según la Guía PMBOK, en el Proceso de Seguimiento y Control, y en cuanto al Área de Conocimiento, podría decirse que las 10 funciones son transversales para todo el proyecto, enfatizando, tal vez, en la número 2. “Realizar control integrado de cambios”, los cuales se pueden presentar a lo largo del desarrollo de software, pero en este caso, al momento de realizar las Pruebas antes de la entrega o cierre, que representa el último Grupo.

Al presentar y asociar el proceso PMBOK y sus áreas del conocimiento del cual participa, el empresario de la compañía ADA S.A., aclaró: *“no se debe confundir lo que es la Guía PMBOK con los procesos de construcción del producto; en este caso un desarrollo de software, es decir, si bien hay una relación entre los procesos de gestión que propone el modelo, es de considerar que los procesos iniciales planteados por PMBOK son de carácter gerencial o de*

dirección de proyectos; en tanto, los procesos propios de desarrollo del software, son posteriores a dichas etapas. Lo que sí es cierto es que depende de la metodología de nosotros y, en general, de cualquier desarrollador de software, para realizar las pruebas y ensayos previos a la etapa de cierre y entrega a satisfacción del cliente”

De acuerdo con la aclaración realizada, y muy oportuna por cierto, el empresario de ADA S.A., se refiere a que hay que tener en cuenta lo que es el desglose general de las funciones que demanda el desarrollo de software, que pueden ser y son compatibles con la metodología PMBOK, pero diferenciando cuál es la metodología utilizada para el desarrollo del producto como tal. Y en este sentido, vale retomar de participantes anteriores, como algunas empresas emplean el método en Cascada, en Espiral o el Proceso Unificado de Racional (RUP); todos ellos involucran, a la vez, las diversas fases PMBOK, pero en cuanto a su ejecución, como el caso de las Pruebas y Ensayos, pueden diferir, de acuerdo con sus políticas y experiencias en el sector.

De las anteriores apreciaciones, se podrían interpretar estas diferencias marcadas entre el PMBOK como metodología de Proyectos en general, y aquellas asociadas con el desarrollo específico del software, tal como se aprecia en la siguiente figura 16, en la cual se logra diferenciar claramente aquellas actividades propias del desarrollo de software, letra “T”, que son posteriores a las actividades propuestas por PMBOK en sus fases de Inicio y Planificación, pero como lo argumentaba el empresario de Intersoftware, no riñen ambas metodologías, por presentarse una especie de transversalidad entre la planeación y ejecución del proyecto, es decir, las actividades técnicas y las actividades de planificación, pues estas últimas, en la mayoría de los casos, dependen de la actividad técnica de captura de requerimientos, desde el momento en que es concebido el proyecto entre el fabricante y el usuario.

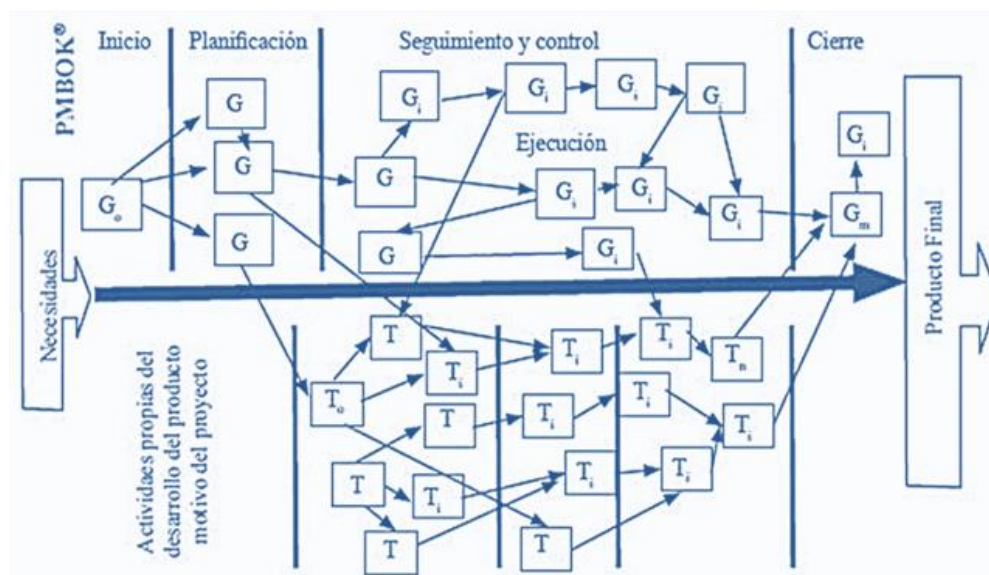


Figura 16. Estructura de desglose del modelo PMBOK. Fuente: Tomado de <http://www.scielo.org.co/img/revistas/ean/n74/n74a05f7.jpg>

El empresario I.A.S. Ingeniería, Aplicaciones y Software, intervino, haciendo una forma de síntesis hasta lo aquí tratado, al exponer, que: *“las Pruebas y Ensayos que debemos realizar al software para garantizar la vida útil del mismo y la calidad del mismo, deben mirarse de forma diferente a lo que es el desarrollo propiamente dicho, pues nada tiene que ver la construcción del software como producto que ha de tener su propia vida o ciclo de vida, con lo que es el proceso de Prueba, ya que lo que se haga en el proceso de Prueba es lo que garantizará si realmente el software ha de ser probado”*

Según este empresario, lo que se debe tener claro es que el proceso de Prueba o Ensayo del software puede ser visto como parte del proceso de desarrollo del mismo software, o verlo en forma independiente al desarrollo del mismo, lo que es suponer que el proceso de Ensayo para validar la calidad del producto no tiene en cuenta la forma como se realiza el desarrollo para definir las actividades a realizar. Es decir, los Ensayos deben realizarse al margen de las fases que demandó el software para su desarrollo, como por decirlo de alguna forma, analógicamente,

cuando el auditor contable revisa cifras ya plasmadas en un estado financiero, sólo parte de la cifra tal cual se manifiesta en el documento físico, sin importarle cómo se originó.

Bajo estas premisas, al tener claridad sobre la filosofía del PMBOK como instructivo gerencial en el desarrollo de proyectos, respecto a las posibles metodologías existentes para llevar a cabo las Pruebas o Ensayos antes de la fase de cierre y entrega a conformidad al cliente, se enfatizó en la misma pregunta *entonces desde la praxis en cada una de sus compañías, ¿cuál consideran debe ser la metodología apropiada para llevar a cabo estas Pruebas?*

De las apreciaciones y aportes específicos, se retoman las más inherentes al objetivo central. Inicialmente expuso su punto de vista el empresario de la Compañía CEIBA Software, y posteriormente el participante de Intersoftware, al ser delegado por los demás participantes al considerar que en la mayoría, todos se ha basado en las recomendaciones de esta Corporación.

En el caso inicial de la Compañía CEIBA, el empresario fue enfático en advertir inicialmente que *“todos los asociados a Intersoftware venimos implementando el modelo del Testing Funcional, porque nosotros somos un outsourcing y por lo tanto los software que desarrollamos no son para nosotros, sino que actuamos como terceros independientes ante el cliente”*

Posteriormente, expuso sobre una metodología que han venido implementando en su compañía respecto a la integración de varios modelos a partir de PMBOK: *“no podemos dejar por fuera la importancia de la Guía que hemos trabajado en nuestras Gerencias y que ha sido la metodología PMBOK, pero nosotros en particular, venimos desarrollando, aparte del Testing en la fase de Ensayos, una Integración entre las funciones de dirección o gerenciales que propone el PMBOK, incluido el Ciclo Deming, como ya se ha expresado, con las actividades técnicas u operativas que tienen que ver con el desarrollo de software”*

Ante esto, se le preguntó que si esa Integración tenía que ver con lo que expuso Intersoftware respecto al desglose de actividades propias de PMBOK y los métodos de desarrollo técnico del software, a lo cual respondió: *“mire, hay un punto muy importante que tenemos que tener en cuenta, y es que hay funciones de tipo estratégico, como el caso de la Planeación que propone PMBOK y el Ciclo Deming que inicia con la “P” de planeación, que no pueden darse sin tener en cuenta la captura de requerimientos iniciales, que es una labor operativa, por lo tanto, yo recomiendo, y así lo venimos desarrollando, que deben ser desarrolladas en paralelo con la planificación del proyecto, especialmente en lo que tiene que ver con el número de iteraciones que se requieren para construir el software, pues también hay que tener en cuenta que la mayoría de metodologías de desarrollo de software son iterativas e incrementales”*

Ante la posición de este participante, aclaró el empresario de ADA: *“eso es cierto, con una excepción, que nosotros utilizamos el modelo de Cascada, y en ese caso, los procesos técnicos los iniciamos después de haber culminado toda la planeación, y así mismo, de inicio de las tareas operativas las da precisamente nuestro equipo SCRUM, que es el responsable de alinear las funciones gerenciales o de dirección con las funcionales-operativas”*.

Por último, como se había expresado, los participantes le solicitaron al representante de Intersoftware que interviniera en representación de todos respecto a las metodologías que vienen empleando en las Pruebas y Ensayos de software.

Nuevamente al iniciar su intervención, el encargado de Intersoftware dejó claro que: *“nada tiene que ver las Pruebas y Ensayos, en cuanto a sus metodologías, con la Guía PMBOK, por ser esta un, por decir, comodín, de cualquier metodología funcional”*

A lo que se refería el empresario, desde la disciplina de Gerencia de Proyectos, es la reiteración que se ha dado desde un principio sobre la Gerencia de Proyectos, y es que en el campo de las TICs, PMBOK aporta principalmente elementos para satisfacer las necesidades de

administración de proyectos de Tecnología, como una forma de organizar las actividades que no pueden ser tratadas dentro de los límites operativos de la organización. Es decir, los proyectos se utilizan para lograr los objetivos definidos en el plan estratégico de la organización, independientemente si el proyecto es administrado por la propia organización, o si corresponde a un proceso de tercerización o BPO, de forma externa, al igual la responsabilidad cuando se asume el contrato de construcción del software para un determinado usuario: esta es cien por ciento del contratista o empresario fabricante.

Entrando en materia, el participante de Intersoftware, aludió a la metodología que viene empleando la mayor parte de sus cooperados en materia de Pruebas y Ensayos de software: *“hemos asumido la metodología basada en los llamados ProTest, los cuales fueron recomendados por los proyectos de Pruebas del Laboratorio de Testing Funcional del Centro de Ensayos de Software-CES-. La ventaja de esta metodología por su versatilidad y confiabilidad, radica en que para cada proyecto de prueba, el proceso es adaptado a las características del proyecto, y por consiguiente, a las necesidades de nuestros usuarios. Por lo tanto, antes de la entrega del producto al cliente, se evalúa ProTest y se realizan las mejoras, si es del caso, no importa si hay que incurrir en nuevos costos, y obviamente, en nuevos tiempos de ajuste”*.

El participante hace mención a la firma uruguaya que se ha dedicado a la prestación de servicios bajo la modalidad *outsourcing*, y cuya filosofía está centrada en la realización de pruebas funcionales en forma independiente, de tal suerte que consideran la brecha que existe entre la metodología de fabricación del software y los controles que a esta se le realizan, es decir, el proceso a definir no puede depender de la metodología usada para el desarrollo y debe estar enfocado en realizar pruebas funcionales sobre una versión ejecutable del producto, sin contar con el código fuente.

En este sentido, argumentó Intersoftware, “*la mayor ventaja es que al fabricar el software, éste sigue siendo del fabricante, desde el punto de vista de la protección intelectual, pues el código fuente es el principal capital del fabricante, y sólo será entregado al cliente o usuario una vez sean realizados los ajustes que dieron origen a los Protest*”.

Como lo expresa el representante, se refiere al Centro de Ensayos de Software (CES), que nació como un proyecto de Emprendimiento o Empresarismo de la universidad y la Cámara Uruguaya de Tecnologías de la Información (CUTI), la cual es una organización que se dedica a las pruebas independiente de productos de software, desde el año 2004, con un amplio portafolio de servicios de tecnología, como: Servicios de prueba independiente: Planificar, diseñar, coordinar y ejecutar pruebas de productos de software de manera efectiva y controlada, definiendo claramente el contexto y los objetivos; Consultoría: Asesorar a las organizaciones en la mejora de los procesos de prueba, definición de estrategias y automatización de las pruebas. Colaborar en la creación y consolidación de sus áreas de prueba; y, capacitación: Elaborar e impartir programas de capacitación en la disciplina de testing, según las necesidades de cada organización. (Pérez, 2006, p.79). Al referirse al proceso de *Testing* como metodología general de los participantes, se logra retomar algunos conceptos que permiten contextualizar el estudio.

Prueba: es una actividad realizada para evaluar la calidad del producto y mejorarla, identificando defectos y problemas.

La Prueba de software: es la verificación dinámica del comportamiento de un programa contra el comportamiento esperado, usando un conjunto finito de casos de prueba seleccionados de manera adecuada, desde el dominio infinito de ejecución.

Dinámica: implica que para realizar las pruebas hay que ejecutar el programa para los datos de entrada.

El comportamiento esperado: debe ser posible decidir cuándo la salida observada de la ejecución del programa es aceptable o no, de otra forma el esfuerzo de la prueba es inútil. El comportamiento observado puede ser revisado contra las expectativas del usuario, contra una especificación o contra el comportamiento anticipado por requerimientos implícitos o expectativas razonables. (Contreras, *et al*, 2011).

Ya definidos los principales conceptos asociados con las Pruebas, el representante de Intersoftware hace énfasis en el proceso de Prueba Funcional que actualmente vienen adelantado sus cooperados, mediante la práctica del *ProTest*, como la metodología homologada a nivel mundial y auspiciada por el CES. Su característica básica es que dichas Pruebas o Ensayos se realizan a partir de las características propias de cada software, pero nuevamente reitera: “*las Pruebas son independientes del CVP, y se basan específicamente en el análisis del nivel de riesgo del software para entrar a definir las funciones que se desean probar, al igual que las prioridades a establecer para aprobar cada una de dichas funciones analizadas, y de esta manera se procede a organizar el proyecto (mediante la metodología PMBOK) en sus procesos gerenciales y operacionales, es decir, sus clases de prueba, de acuerdo con la versión de cada software*”.

De acuerdo con la explicación, se refiere a la caracterización de los *ProTest*, los cuales, como metodología, están conformados por cuatro (4) etapas, que permiten, bajo su característica de versatilidad, realizar pruebas funcionales de tipo independiente o tercerizadas, al margen del desarrollo del software (lo que las hace ser un método más objetivo y menos imparcial), con intervención de pruebas desde el inicio del proyecto o fabricación de software, pero al igual, pueden ser empleadas estas pruebas en software que ya han sido fabricados, utilizados y que se encuentran en mantenimiento por diversas razones.

En este sentido, la siguiente ilustración permite una apreciación general de la metodología y las etapas que propone el ProTest.

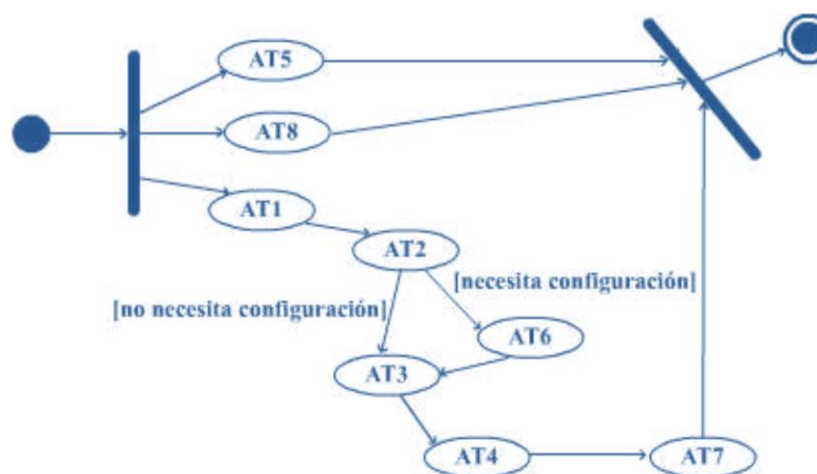


Figura 17. Diagrama de Actividad. Fuente: (Contreras, et, al, 2011, p.96):

Tabla 4. Convencionales

Actividad	Descripción
AT1	Definición de las pruebas automatizadas
AT2	Definición de los procedimientos de prueba
AT3	Generación de los script
AT4	Ejecución de las pruebas automatizadas del ciclo funcional
AT5	Investigación y modificación de herramientas
AT6	Organización de las pruebas automatizadas
AT7	Validación de las pruebas automatizadas
AT8	Organización de las pruebas automatizadas

Fuente: (Contreras, 2011, p.96)

Las Descripciones del proyecto de automatización tienen objetivos muy concretos de acuerdo con su actividad. Para el caso de AT1: Definición de las pruebas automatizadas, su objetivo se centra en la definición del conjunto de ciclos funcionales o funcionalidades que se probarán con las pruebas automatizadas. Esta actividad consiste en definir con el cliente qué pruebas se van a automatizar (en alto nivel), considerando los ciclos funcionales o

funcionalidades que involucren. Para ello se priorizan y evalúan las pruebas y las funcionalidades a probar.

AT2: Definición de los Procedimientos de Prueba. El objetivo de esta actividad es definir las suites y scripts que conformarán las pruebas automatizadas. A partir de los ciclos funcionales y funcionalidades seleccionados para las pruebas, se especifican las suites y scripts que las ejecutarán. Definir las suites implica definir los scripts que las componen y especificar posibles dependencias de ejecución entre ellas. Para cada script se debe definir la tarea que debe realizar y las verificaciones que debe contener.

AT3: Generación de suites y scripts. El objetivo de esta actividad es obtener las suites con sus scripts correspondientes. Esta actividad consiste en el armado de cada una de las suites correspondientes al ciclo funcional a automatizar. Se graban o codifican las pruebas, obteniendo como resultado los scripts integrantes de las suites. Se verifica el correcto funcionamiento de cada script.

AT4: Ejecución de las pruebas automatizadas del ciclo funcional. El objetivo de esta actividad es ejecutar una prueba completa de las suites correspondientes al ciclo funcional y verificar su correcto funcionamiento. Esta actividad consiste en realizar la prueba completa del ciclo funcional en el entorno preparado para dicho fin. En caso de un funcionamiento incorrecto, deben realizarse los ajustes necesarios. En esta actividad se verifica el comportamiento de las suites en su conjunto.

AT5: Investigación y modificación de herramientas. El objetivo de esta actividad es encontrar soluciones a las necesidades que no pueden satisfacerse con las herramientas de automatización que se manejan. Esta actividad incluye recorrer foros, referencias y buscar antecedentes similares a la necesidad planteada. Luego se analizan las posibles soluciones. Estas incluyen instalar nuevas versiones de las herramientas, modificar las herramientas o extenderlas.

Esta actividad también incluye búsqueda de nuevas herramientas que asistan en la automatización.

AT6: Configuración del entorno. El objetivo de esta actividad es configurar el entorno de la aplicación que se desea probar para poder ejecutar las suites correctamente y documentar esta configuración. En esta actividad se deben configurar los datos que mantiene la aplicación, de manera que permitan la correcta ejecución de las suites.

AT7: Validación de las pruebas automatizadas. El objetivo de esta actividad es verificar el correcto comportamiento de los scripts en el ambiente de prueba del cliente, y preparar las suites y scripts generados para la validación del cliente. En esta actividad se prueba y eventualmente se ajustan los scripts para el correcto funcionamiento en el ambiente de pruebas del cliente. El cliente avala, comparando las pruebas que espera automatizar con las pruebas que los scripts realizan.

AT8: Organización de las pruebas automatizadas. El objetivo de esta actividad es gestionar los artefactos generados en el proyecto de automatización. Esta actividad consiste en definir, actualizar y ejecutar los procedimientos para la gestión de los documentos, suites y scripts, que se generen en el proyecto de automatización. Es importante documentar con el detalle suficiente esta configuración, como se aprecia en el siguiente cuadro de Roles.

Tabla 5. Roles

Actividad	Roles	Entrada	Salida
AT1 - Definición de las pruebas automatizadas	Líder Diseñador de Pruebas Cliente	Requerimientos Acta reunión cliente	Documento que especifica las funcionalidades y ciclos funcionales a probar con las pruebas automatizadas
AT2 Definición de los procedimientos de prueba	Diseñador de Pruebas Cliente	Requerimientos Acta reunión cliente Documento obtenido en AT1	Documento con Suites y Scripts que componen las pruebas

Actividad	Roles	Entrada	Salida
AT3 Generación de los script	Tester	Documento obtenido en AT2 y documento obtenido en AT6	Suites y Scripts que las componen
AT4 Ejecución de las pruebas automatizadas del ciclo funcional	Tester	Suites y Scripts obtenidos en AT3	Suites y Scripts verificados
AT5 Investigación y modificación de herramientas	Tester	Herramienta a investigar	Nuevas herramientas (adquiridas o modificadas) y documentación pertinente
AT6 Organización de las pruebas automatizadas	Tester	Aplicaciones a probar y documento obtenido en AT2	Aplicaciones aptas para ser probadas y documentación pertinente
AT7 Validación de las pruebas automatizadas	Cliente Tester	Suites y Scripts obtenidos en AT4	Suites y Scripts verificados y validados
AT8 Organización de las pruebas automatizadas	Diseñador de Pruebas Tester	Artefactos generados en el proyecto	Artefactos gestionados

Fuente: (Contreras, 2011, p.104).

Así mismo, el empresario de PSL hizo mención a las diversas herramientas que emplea este modelo de Pruebas, resaltando entre otras las incluidas en la Familia Selenium: Core, IDE, y Remote Control. Estas herramientas permiten crear y ejecutar pruebas automatizadas sobre aplicaciones Web. Las pruebas automatizadas pueden ser utilizadas como pruebas de regresión o para probar la aplicación sobre diferentes plataformas y navegadores Web. Cada una de estas herramientas es el producto de proyectos que continúan en desarrollo. Estos son llevados a cabo por la Comunidad Open QA y utilizan la licencia Apache 2.0.

En cuanto a su importancia, la herramienta principal de Selenium, es Selenium Core, como herramienta de automatización desarrollada inicialmente por programadores y testers de ThoughtWorks y actualmente por OpenQA. Es una aplicación Web desarrollada con HTML y Javascript, que soporta una gran variedad de plataformas y navegadores. Permite ejecutar una prueba o conjunto de pruebas automatizadas.

Con respecto a Selenium IDE, es considerada una herramienta que permite grabar pruebas para ejecutarlas en Selenium Core y se integra como una extensión en Mozilla Firefox. Registra las acciones que ejecuta el usuario a través del navegador, generando un script de prueba. Luego permite editarlo.

De igual manera, se ha considerado como alternativa de Selenium Core a Selenium Remote Control. Esta herramienta de automatización brinda interfaces de programación (APIs) para lenguajes como Java, .NET, Perl, Python y Ruby. A través de ellas los programas pueden interactuar directamente con la interfaz Web de la aplicación, utilizando navegadores como Mozilla Firefox e Internet Explorer.

Por último, es indispensable definir el entorno de desarrollo de los scripts por medio de Eclipse, que brinda facilidad para crear y editar los scripts, utilizando *plug-ins* para edición de HTML y XML. Además, permite manejar el control de versiones de forma integrada, ofreciendo un cliente para conectar con el repositorio de scripts (CVS. Cabe destacar que se hace uso de un conjunto mínimo de las funcionalidades que este entorno de desarrollo provee).

Con respecto al navegador Web Mozilla Firefox, permite integrar varias aplicaciones que ayudan a la creación de scripts. Entre ellas se destacan, Firebug, XPath Checker y XPather. La aplicación Firebug pone a disposición herramientas que permiten visualizar y editar fácilmente CSS, HTML y Javascript de la página en la cual se navega. También se puede ejecutar paso a paso el código Javascript de la página. Así mismo, XPath Checker y XPather identifican y muestran elementos de la página a través de su XPath. También pueden utilizarse de modo inverso, haciendo clic derecho sobre los elementos de la pantalla para poder obtener su XPath. (Farías, Pérez-CES, 2009).

Pese a las bondades de esta metodología, el empresario PSL, afirmó: “*no puede restársele importancia a una metodología que ha sido homologada mundialmente, y que ahora la hemos*

venido incorporando con mucho éxito, pero hemos detectado que uno de los principales problemas al automatizar aplicaciones utilizando el conjunto de herramientas open source, ha sido la gestión de los artefactos, por lo tanto, también venimos solucionado dicha situación porque estamos conjugando herramienta Fitness y Selenium Remote Control, con el fin de crear suites, scripts y documentación, de una forma adecuada, de acuerdo con las necesidades de los clientes.”

Podría concluirse, a partir de las expresiones anteriores de los expertos y empresarios, que la automatización de las pruebas funcionales permite una reducción importante en el esfuerzo dedicado a las pruebas de regresión, especialmente en software ya utilizados y que requieren de ajustes de cualquiera de sus fases en su actual Ciclo de producto.

Pregunta 13. ¿Tiene por favor algún otro comentario para enriquecer este estudio?

R. De algunos comentarios realizados, vale la pena retomar los siguientes:

El esfuerzo por fortalecer este sector de Tecnología por parte del Ministerio de Tecnologías de la Información y la Comunicación, la Federación Colombiana de la Industria de *Software* y Tecnologías de la Información (FEDESOFIT) y el Programa de Transformación Productiva, que se ha traducido en la apuesta del Gobierno por acelerar su crecimiento e impactar positivamente a los empresarios con la ampliación de la exención de impuesto de renta de *Software*, según lo establecido en el artículo 161 de la reforma a la Ley 1607 (Senado de la Republica de Colombia, 2012).

Según esta Ley, los empresarios cuentan con un beneficio en la exoneración del impuesto de renta por la explotación económica del *Software*, de esta manera se promueve la innovación y se acelera el crecimiento del sector en las MiPymes de Colombia.

El empresario de ADA S.A., aportó una importante reflexión, al considerar que “*una de las principales responsabilidades del Gerente de Proyecto es actuar como integrador, es decir,*

tenemos que romper el mal vicio de la puerta cerrada con -genios pensando-, pues un verdadero Gerente de Proyecto debe ante todo asumir un liderazgo como coach que es, mediante una comunicación asertiva lograr integrar a las personas, a los procesos y a los recursos, a fin de alcanzar efectividad y eficiencia, que no es más que lograr la productividad y la competitividad, porque cuando se es eficiente y no eficaz, es porque se están haciendo las cosas con un tiempo justo pero no se está satisfaciendo al cliente, y por el contrario, cuando nos enfocamos en la eficacia perdemos de vista la celeridad o tiempo en el que el cliente requiere el servicio”.

Por su parte, el empresario de CEIBA, retomando la ponencia anterior, manifestó que la tradicional práctica de generar el cronograma del proyecto a puertas cerradas por parte del Gerente de Proyecto, es hoy considerada una mala práctica, pero que tampoco se debe caer en el exceso y la democratización desenfrenada de estar socializando cuanto ocurra al interior de la organización, es decir, *“tampoco es muy común discutir el cronograma tarea por tarea con todo el equipo, lo que conlleva a generar tiempos muertos de trabajo y confusión en áreas y personas que no son directamente competentes de alguna de las fases del proyecto”*. Lo anterior no implica que el equipo responsable de alguna o algunas de las fases o tareas del cronograma no esté enterado, por el contrario, se trata de ser muy estratégicos en el manejo de la comunicación y más bien generar indicadores de medición y evaluación de tipo transversal, donde toda la organización se vea comprometida, pero desde sus competencias.

En general, un elemento de alta coincidencia entre los participantes fue su orientación hacia la gerencia y planeación estratégica. Consideraron que pese a que actualmente muchas compañías dedicadas a estas labores temporales ya han ido cambiando el “chip”, al priorizar las funciones y fases que demandan dichos proyectos hacia la Planeación Estratégica del proyecto, obviamente, sin marginar las funciones operativas inmersas en los mismos. En este orden de ideas, consideraron que los proyectos son una forma de organizar actividades que no pueden ser

tratadas dentro de los límites operativos normales de la organización. Es decir, por su misma naturaleza de la temporalidad, los proyectos se usan a menudo como un medio de lograr el plan estratégico de la organización, ya sea que esté empleado el equipo del proyecto por la organización o sea un proveedor de servicios contratado, tal como se ha venido fortaleciendo la industria del BPO o tercerización.

De acuerdo con la metodología establecida en el propuesta inicial, se logró, mediante la técnica de entrevista a Gerentes de Proyecto del Valle de Aburrá, determinar las mejores prácticas y la aplicación o no de la Guía PMBOK en la ejecución de proyectos de software. Así mismo, al indagar acerca de la aplicación o no de metodologías conocidas en el sector como RUP, XP o MFS para el desarrollo de proyectos de software, se estableció la práctica de diversos modelos y métodos, pero en su mayoría, orientados bajo la Guía PMBOK, lo que permitió establecer la importancia de esta Guía, más de tipo general en la aplicación de proyectos en las distintas disciplinas, y no ser exclusiva del desarrollo de software.

Conclusiones

Un informe del *Software Engineering Institute* (SEI) señala que, en la producción de software, Colombia ocupa el primer lugar en la calificación de número de empresas valoradas en CMMI, la valoración más reconocida en el ámbito internacional, tanto, en desarrollo como en servicios, entre los niveles III y V. En este escenario, Colombia es el que más empresas tiene en el nivel cinco y supera a países como Brasil, Chile, Perú y Ecuador. (Ministerio de Industria y Comercio, 2015).

Según MinTICs, "las cifras demuestran que la industria de software de Colombia está creciendo a un paso acelerado y que ya empezamos a figurar y puntuar en los ranking internacionales". La meta era duplicar las ventas de la industria de software en cuatro años, y no sólo se cumplió, sino que casi se triplicó, al pasar de 2.6 billones de pesos en ventas en 2010 a 7.5 billones de pesos en 2014. Una suma nada despreciable para potencializar el sector TI y aportarle a la economía del país". (MinTICs, 2014).

Es de destacar que, además de la valoración y certificación de Empresas TI, el MinTIC avanza en la formación y certificación de talento humano con excelencia en el desarrollo de software, especialmente certificadas en TSP/PSP (*Team Software Process/Personal Software Process*), modelo del SEI reconocido a nivel mundial.

Pese a la madurez del sector del *Software* y BPO en los países desarrollados, aún los empresarios colombianos no asimilan sus verdaderas bondades, en términos de no ser una simple propuesta de contratación con terceros en actividades ocasionales por el solo interés de absorber algunos costos fijos, sino que, asimilen su verdadera vocación. Esto es, entender el *Business Process Outsourcing and Offshoring* (BPO&O), tanto en programas o servicios como el desarrollo de *Software*, *Call Center*, entre otros, la naciente industria que permite concentrar los

activos estratégicos de la compañía en su real objeto social, y subcontratar aquellas que no generan el mismo valor a su cadena productiva, llámese en actividades sectoriales productivas, comerciales o de servicios, pues la contratación de desarrollo de *software* y servicios bajo el concepto BPO, le permite apalancarse o, de mano de obra especializada en la función, o aprovechar curvas de experiencia (*Know How*) en servicios especializados de *software*, que de otra forma, demandarían altos recursos, tanto en mano de obra como en músculo financiero, para centralizar sus operaciones y no depender de terceros.

La guía PMBOK, en materia de Pruebas de software, reviste la importancia en su última fase de “lanzamiento del software”, y específicamente en la importancia de someterlos a prueba o ensayo, objeto de este estudio, retomando una de las ponencias de los participantes, directivo Intersoftware: *“por más que se logre un desarrollo de software estandarizado para necesidades muy genéricas, las etapas de Prueba o Ensayo final son quizás la decisión más crítica que se puede tomar en la Gerencia de Proyectos de software, pues ante una posible o posibles No Conformidades, los costos, no sólo para el cliente sino para nosotros como empresarios podría pagarse con creces”*.

Como resultado del estudio, se pudo validar, si bien los entrevistados tienen pleno conocimiento de la guía PMBOK, la consideran como un esquema genérico, que no riñe con otras metodologías como la SCRUM, *Crystal Clear*, Ciclo de Deming (*Deming Cycle*) o PDCA (PHVA), o Espiral de mejora continua, combinaciones con el método y actividades de gestión y operativas. En este sentido, fue común encontrar un vacío metodológico en la aplicación de las pruebas y ensayos, toda vez que las actividades inherentes a la dirección o gerencia del proyecto de desarrollo del software no atienden los pasos de forma explícita, tal como se sugieren a través de la metodología PMBOK; por el contrario, son agrupadas en etapas generales, que pese a que

los resultados de implementación y control pueden ser exitosas, como producto entregable al usuario final, eventualmente pueden presentarse No conformidades que, al no ser identificadas en forma específica para evitar o al menos mitigar dichas desviaciones, generan sobre costos por reproceso o desviaciones en lo proyectado.

A través del trabajo de campo implementado con el sector empresarial, queda claro que como la guía PMBOK, por sí mismo, no se constituye en método mediante el cual se realicen las Pruebas o Ensayos en la etapa de desarrollo de software, por ser recomendada como una metodología de Gerencia de Proyectos con aplicación, no sólo a la industria del software, sino en cualquier área del conocimiento. No obstante, la apreciación anterior, y atendiendo el objetivo central del estudio, el cual fue la construcción de una Guía o Metodología didáctica a partir de la misma guía PMBOK en relación con las Pruebas o Ensayos en la fabricación de software, se logra con el estudio de campo determinar la importancia de la Guía PMBOK en su contexto general, y que acompañada de una buena metodología funcional para la elaboración de Pruebas y Ensayos, se constituye en un importante aporte para la industria del software.

En este orden de ideas, a continuación se presenta una Guía resumen, que articula la metodología o Guía PMBOK como plataforma gerencial de proyectos, con la práctica establecida en la metodología de las *Pruebas Independientes*, recomendada por el Centro de Ensayos de Software (CES), bajo la metodología del ProTest.

(Ver Apéndice D. Guía práctica para la gestión de proyectos y la implementación de Pruebas de software a partir de la práctica del ProTest)

Referencias

- Actividades de Ejecución de las Pruebas. Tomado de <http://image.slidesharecdn.com/introduccion-a-la-direccion-de-proyectos-151015060230-lva1-app6892/95/introduccion-a-la-direccion-de-proyectos-16-638.jpg?cb=1444889005>. (Consultado: marzo, 10, 2016)
- Actividades de la etapa Evaluación del Proyecto. Tomado de <http://image.slidesharecdn.com/introduccion-a-la-direccion-de-proyectos-151015060230-lva1-app6892/95/introduccion-a-la-direccion-de-proyectos-16-638.jpg?cb=1444889005>. (Consultado: marzo, 10, 2016)
- Assenda. Festival Emprendedor, Tendencias BPO. [En línea]. 2010. [Citado el 23 de Mayo del 2012] Disponible en internet: http://www.bogotaemprende.com/documentos/3874_tendencias_bpo.pdf. (Consultado: marzo, 21, 2016)
- Albuquerque, F. (2004). Desarrollo económico local y descentralización. Revista de la CEPAL . Revista de la CEPAL , 157-171.
- Avella, C. P. (2011). Metodología integrada al proceso de construcción de software para aplicar inspecciones y pruebas. Revista Virtual Universidad Católica del Norte (34), 268-284.
- Avella, C. P. (2011). Metodología integrada al proceso de construcción de software para aplicar inspecciones y pruebas. Revista Virtual Universidad Católica del Norte (34), 268-284.
- Bercovich, N. (2006). Brasil: de las aglomeraciones productivas a los sistemas locales de innovación. El desafío de la cooperación. Brasil: de las aglomeraciones productivas a los sistemas locales de innovación. El desafío de la cooperación. Florianópolis.
- Beizer B. (1990). “Software testing techniques (2nd ed.)”, Van Nostrand Reinhold Co.
- Black, R. (2002). “Managing the Testing Process, 2nd Edition”. New York, Estados Unidos de América: Editorial John Wiley & Sons, Inc.
- Briones, G (2000). La Formulación de Problemas de Investigación Social. Facultad de Artes y Ciencias departamento de Ciencia Política de los Andes. Segunda edición. Bogotá: Uniandes.
- Busquen & Lawrence, (1992). Crecimiento y Desarrollo Económico en America Latina: una mirada con retrospectiva. CEPAL, Estados Unidos: Jorge Mattar y Daniel E Perrotti editores
- Business Software Alliance. (2013, Octubre 16). www.bsa.org/. Tomado de <http://ww2.bsa.org/country/BSA%20and%20Members.aspx>. Consultado: (08, 03, 216)

Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia. (2009). Avances de la estrategia cluster en Medellín y Antioquia. Medellín: Documento Comunidad Cluster No. 5.

Camara de Comercio de Medellín para Antioquia. (2014, Agosto 14).
<http://www.medellinciudadcluster.com/>. Tomado de
<http://www.medellinciudadcluster.com/>

C. A. Iglesias, M. Garijo, J. C. González, and J. R. Velasco. (1996). A methodological proposal for multiagent systems development extending CommonKADS. In B. Gaines and M. Musen, editors, Proceedings of the 10th Banff Knowledge Acquisition for Knowledge- Based Systems Workshop, volume 1, pages 25–1/17, Banff, Canada, November. KAW.

Cabrejos, B (2000). Investigación de Mercados. Medellín: Ed. EAFIT.

Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia. (2009). Avances de la estrategia cluster en Medellín y Antioquia. Medellín: Documento Comunidad Cluster No. 5.

Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia. (14 de Agosto de 2014).
<http://www.medellinciudadcluster.com/>. Obtenido de
<http://www.medellinciudadcluster.com/>. Consultado: (07, 03, 2016) W. Edwards Deming (1989). Calidad, Productividad y Competitividad: la salida de la crisis. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.

Cámara Uruguaya de tecnologías de información (CUTI). <http://www.cuti.org.uy/> (Consultado: 07, 02, 2016)

Centro de Ensayos de Software (CES) (2007). Tomado de <http://www.ces.com.uy>. (Consultado: 03, 21, 2016).

Cuéllar, M. C. (2013). Los desafíos de las empresas de software frente a la globalización. Revista de Ingeniería. Universidad de los Andes (38), 86-90.

CulturaE Medellín. (n.d.). CulturaeMedellin. Retrieved Julio 24, 2014. Tomado de: <http://www.culturaemedellin.gov.co/sites/CulturaE/Cluster/paginas/Cluster.aspx>. (Consultado: 21, 11, 2015).

Ciclo de vida de desarrollo en iteraciones. Tomado de <http://image.slidesharecdn.com/introduccion-a-la-direccion-de-proyectos-151015060230-lva1-app6892/95/introduccin-a-la-direccin-de-proyectos-16-638.jpg?cb=1444889005>. (Consultado: marzo, 10, 2016)

Ciclo de Vida de un producto. Tomado de <https://beluru87.wordpress.com/2010/02/24/ciclo-de-vida-de-un-producto>. (Consultado: marzo, 10, 2016)

CMMI Product Team. (2006). CMMI for Development, Version 1.2. Pittsburgh, PA:

Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University. (consultado: junio, 15 de 2015).

CMMI v1.2. Capability Maturity Model Integrated. SEI-Software Engineering Institute. Carnegie Mellon. Tomado de: www.sei.cmu.edu/cmmi/models/ (consultado: junio, 25 de 2015).

EAFIT, U. (2013). Página Corporativa EAFIT. Tomado de www.eafit.edu.co: <http://www.eafit.edu.co/programas-academicos/posgrado/maestria-gerencia-proyectos/acerca-maestria/Paginas/inicio.aspx#.UzzV9s7jjIU> (Consultado: mayo, 08, 2015)

El_Colombiano. (27 de Septiembre de 2013). www.elcolombiano.com. (Obtenido de http://www.elcolombiano.com/BancoConocimiento/E/el_desarrollo_de_software_local_requiere_mas_expertos/el_desarrollo_de_software_local_requiere_mas_expertos.asp) (Consultado: noviembre, 14, 2015)

Esmite, (2009). Centro de Ensayos de Software (CES), Universidad de la República, Montevideo, Uruguay, 11000.

Estupiñán Vargas, F. (2011). Las locomotoras del desarrollo: Minas, energía e innovación. Bogota: Revista de Ingenieria Uniandes.

Estructura de desglose del modelo PMBOK. Tomado de <http://www.scielo.org.co/img/revistas/ean/n74/n74a05f7.jpg>. (Consultado: marzo, 10, 2016)

Hernández, A. “Evolución del Shared service center y transformación a BPO”, material de presentación durante el Shared Services & OutsourcingSummit –América Latina -5ª Edición. 2011.

Hernández, M. Á. (14 de Enero de 2014). www.eltiempo.com/tecnologia. (Obtenido de http://www.eltiempo.com/tecnologia/telecomunicaciones/ARTICULO-WEB-NEW_NOTA_INTERIOR-13421075.html) (Consultado: febrero 03, 2015)

Hernández, (2011). Evolución del Shared service center y transformación a BPO. Material de presentación durante el Shared Services & Outsourcing Summit – América Latina - 5ª Edición. (Consultado: noviembre 20, 2015)

International Software Testing Qualifications Board, Certified Tester Foundation Level Syllabus, Versión 2005. <http://www.istqb.org/fileadmin/media/SyllabusFoundation.pdf>. (Consultado: abril, 22, 2015)

ISO, International Standard Organization. ISO Survey [En línea]. Sitio oficial de la International Standard Organization ISO, 2012. [Consultado en: Septiembre de 2013]. Tomado de: <http://www.iso.org/iso/home/standards/certification/iso-survey.htm>.

ISTQB, International Software Testing Qualifications Board. Certified Tester Foundation Level Syllabus, Versión 2005. tomado de: <http://www.istqb.org/fileadmin/media/SyllabusFoundation.pdf>. (Consultado: mayo, 10, 2014)

Jacobson I., Booch G., Rumbaugh J.(1999). The Unified Software Development Process, Addison Wesley.

Jones, C. (1998). Estimating Software Costs. New York: McGraw Hill.

Kaplan, R. S. (1996). The Balance Scorecard: Translating Strategy Into Action. Boston: Harvard Business School Press.

Kaplan y Norton, (1996). The Balance Scorecard: Translating Strategy Into Action. Boston: Harvard Business School Press.

Kaner, C.; Bach, J. Y Pretichord, B. (2001).Lessons Learned in Software Testing. Nueva York: John Wiley & Sons, Inc.

Massun F. (2011). “Presentación especial de capgemini sobre las tendencias del outsourcing”, material de presentación durante el Shared Services & Outsourcing Summit –América Latina -5ª Edición.

Méndez, (2006). Metodología, guía para elaborar diseños de investigación en ciencias sociales, económicas, contables y administrativas. 2ed. Bogotá D.C: Norma.

Mercado mundial en outsourcing. Tomado de <http://www.statista.com/statistics/189788/global-outsourcing-market-size/>(Consultado: marzo, 10, 2016)

MINCIT. (2011, Septiembre 16). <http://www.ptp.com.co/contenido/contenido.aspx?catID=607&conID=1>. Tomado de <http://www.ptp.com.co/contenido/contenido.aspx?catID=607&conID=1>(Consultado Marzo 31, 2014).

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2007). Informe al Congreso - Sector Comercio, Industria y Turismo. Bogotá.

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia (MINCIT). (2007). Programa de Transformación Productiva (PTP). Bogotá DC: La Imprenta.

MINCIT. (16 de Septiembre de 2011). <http://www.ptp.com.co/contenido/contenido.aspx?catID=607&conID=1>. Tomado de <http://www.ptp.com.co/contenido/contenido.aspx?catID=607&conID=1>, de <http://www.ptp.com.co/contenido/contenido.aspx?catID=607&conID=1>. (consultado: 31 de Marzo de 2014)

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2007). Informe al Congreso - Sector Comercio, Industria y Turismo. Bogota.

Modelo en Espiral. Tomado de
<http://software1nathalygrijalva.blogspot.com.co/2012/10/modelo-espiral.html>.
 (Consultado: marzo, 10, 2016)

NetworkWorld. (5 de Marzo de 2014). www.networkworld.es. (Obtenido de
<http://www.networkworld.es/telecomunicaciones/solo-9-de-las-100-primeras-empresas-del-sector-tic-son-europeas>) (Consultado: marzo, 13, 2016)

NC-ISO/IEC 9001:2008. (2008). Sistemas de Gestión de Calidad. Requisitos. La Habana, Cuba. Oficina Nacional de Normalización.

NC ISO/IEC 17025: 2006. (2006). Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración. La Habana, Cuba. Oficina Nacional de Normalización.

NC ISO/IEC 17025: 2006. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración. La Habana, Cuba. Oficina Nacional de Normalización, 2006.

OPERTTI, F. (2010). “El Mercadeo Mundial de servicios Globales y las oportunidades para Colombia”. [En línea]. [Consultado el 18 de Marzo del 2014].

Pérez L, B. Proceso de testing funcional independiente [Tesis de Maestría]. (2006). PEDECIBA Informática, Instituto de Computación (InCo), Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

Plan Nacional De 2010 - 2014. Prosperidad para Todos. Resumen Ejecutivo Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 - Bogotá DC: La Imprenta.

PORTAFOLIO.CO. Allus y Contax se unen para crear la multinacional de BPO.[En línea]. 2011. [Citado 28-Mayo-2015]

Plan Nacional de Desarrollo. (2010). Resumen Ejecutivo Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 - Prosperidad para todos. Bogotá.

Proexport, Colombia. (2013). Oportunidades en la Industria de Servicios BPO en Colombia. Santafé de Bogotá: Proexport.

Programa de Transformación Productiva. (2011). www.ptp.com.co. Retrieved Octubre 4, 2013, from http://www.ptp.com.co/software_y_TICS/Software_Tecnologias.aspx. (Consultado: octubre, 22, 2014)

Pérez L, B. Proceso de testing funcional independiente [Tesis de Maestría]. PEDECIBA Informática, Instituto de Computación (InCo), Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay, 2006.

- Plan Nacional de Desarrollo. (2010). Resumen Ejecutivo Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 - Prosperidad para todos. Bogotá.
- Project Management Institute PMI (2004), “Project Management Body of Knowledge”, (Third Edition, EE.UU). Newton Square Editor.
- Project Management Institute PMI (2004), “Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos”, (Tercera Edición, EE.UU.). Newton Square Editor.
- Project Management Institute. (2008). Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos - PMBOK Cuarta edición. Pennsylvania EE.UU: Newton Square Editor.
- Porter, (2002). Estrategia Competitiva: Técnicas para el análisis de los sectores industriales y de la competencia. México: Compañía Editorial Continental.
- Porter, M, (1990). The Competitive Advantage of Nations. New York: Editorial Simon & Schuster Press.
- Proexport, Colombia. (2013). Oportunidades en la Industria de Servicios BPO en Colombia. Santafé de Bogotá: Proexport.
- PMI - PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. (2008). A Guide to the Project Management Body of Knowledge. Pennsylvania. Project Management Institute Inc.
- Procesos de Dirección de Proyectos. Tomado de <http://image.slidesharecdn.com/introduccion-a-la-direccion-de-proyectos>. (Consultado: marzo, 10, 2016)
- Sampieri, F (2013). Metodología de la Investigación: Diseño e implementación. Colombia: Mc Graw Hill.
- Senado de la Republica de Colombia. (2012, Diciembre 26). www.secretariasenado.gov.co. Tomado de http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley/2012/ley_1607_2012_pr003.html. (Consultado: septiembre, 28, 2014)
- Tamaño del mercado BPO. Tomado de <http://www.statista.com/statistics/189788/global-outsourcing-market-size/>. (Consultado: marzo, 10, 2016)
- W. Edwards Deming (1989). Calidad, Productividad y Competitividad: la salida de la crisis. Madrid; Ediciones Díaz de Santos.
- Uribe Arroyabe, J. D., & Riascos Gonzalez, J. A. (2007). Evolución del Plan Estratégico de Antioquia PLANEA. Revista Ciencias Estratégicas, 15(18), 183-189.
- Vázquez, A. S. (2000). Desarrollo económico local y descentralización: aproximación a un marco conceptual. Chile.

Apéndices

Apéndice A. Consentimiento informado

Actualmente me encuentro realizando una investigación académica sobre “*Diseño de una metodología para la gestión en proyectos de software*”.

Como población, fueron seleccionadas importantes empresas de desarrollo y comercialización de software en Medellín, en cuya muestra, por razones de liderazgo y posicionamiento, fue seleccionada su Compañía.

Por lo anterior le solicito, muy amablemente, me permita una entrevista con la persona encargada o si prefiere a través de este medio, responder el **cuestionario adjunto**.

La información es netamente de interés académico, por lo cual le garantizo toda la confidencialidad sobre la información que muy amablemente me puedan suministrar.

Nota importante: las preguntas que usted o la persona a entrevistar considere son confidenciales y reservadas, no requieren de respuesta.

Si es tan amable, me puede contestar por este medio o a los teléfonos registrados bajo mi nombre.

Apéndice B.

Entrevista semi-estructurada empresarios

Cordial saludo:

Mi nombre es **Juan David Suárez Osorio**, estudiante de la Maestría en Evaluación de Proyectos de la Universidad EAFIT. Actualmente estoy realizando el trabajo de grado acerca de las metodologías empleadas en la Gestión de Proyectos. Le agradezco su colaboración en la información suministrada la cual es netamente de interés académico y confidencial.

BLOQUE I. INTRODUCCIÓN

1. En general ¿qué opinión tiene su Compañía sobre las metodologías y herramientas estándares empleadas para el desarrollo de proyectos?
2. En particular ¿Cuál o cuáles de esas metodologías tiene una filosofía o praxis más orientada a las buenas prácticas predictivas en esa gestión de proyectos?

BLOQUE II. CONTENIDO

3. ¿Cuál es la situación actual de su Organización en materia de certificación respecto a los desarrollos de software que vienen realizando o intervenido?
4. ¿Cuáles son las principales ventajas y/o desventajas frente a estas certificaciones obtenidas?
5. Específicamente de los estándares ofrecidos en el medio, caso ANSI, para la Gestión de Proyectos, ¿cuál o cuáles conoce Usted y qué opinión le merecen, desde el punto de vista de las Buenas Prácticas de diseño e implementación de software?

Instructivo: si no ha mencionado la metodología PMBOK, preguntar:

6. ¿Tiene conocimiento del PMI (Project Management Institute) como organización que establece criterios y estándares para la gestión de proyectos, y es certificadora a la vez de los profesionales de la disciplina de Gestión de Proyectos?

Instructivo: si tiene conocimiento pasar a las preguntas 7, 8 y 9, de lo contrario, ir a la pregunta 10 y siguientes.

7. ¿Qué opinión le merece la metodología o guía que ofrece este Instituto, denominada PMBOK, la cual ofrece una descripción general de los fundamentos de la Gestión de Proyectos, reconocidos como buenas prácticas?
8. Considerando esta guía metodológica y didáctica en la Gestión de proyectos ¿considera que en el caso de Proyectos de desarrollo de Software, dicha metodología es apropiada? ¿Por Favor me da su punto de vista?
9. ¿Qué opinión tiene sobre otras metodologías ágiles, como el Facilitador Scrum, Kanban o Scrumban, comparativamente con el PMBOK, en cuanto a sus niveles de productividad o eficiencia?
10. Didácticamente ¿cuál considera sea la Metodología apropiada en la Gestión de Proyectos en el caso de desarrollo de software, como Framework Lineal, Interactivo, modelos en Cascada, Incrementales, Espiral, RAD, entre otros?

11. En su caso particular, ¿cuál o cuáles (combinación) de los anteriores desarrollos, utilizan Ustedes y qué metodología de estructuración, planeación y control del proceso utilizan?

12. ¿Tiene por favor algún otro comentario para enriquecer este estudio?

Gracias por su valiosa información

BLOQUE III. CARACTERIZACIÓN

Empresarial/Institucional:

EMPRESA	DIRECCIÓN Y TEL	TIEMPO EN EL MEDIO	ACTIVIDAD/MISIONAL

Personal:

NOMBRE ENTREVISTADO	TIEMPO EN LA EMPRESA	PROFESIÓN	ESPECIALIDAD

Apéndice c.

Entrevista semi-estructurada líderes de opinión

Cordial saludo:

Mi nombre es Juan David Suárez Osorio, estudiante de la Maestría en Evaluación de Proyectos de la Universidad EAFIT. Actualmente estoy realizando el trabajo de grado acerca de las metodologías empleadas en la Gestión de Proyectos. Le agradezco su colaboración en la información suministrada, la cual es netamente de interés académico y confidencial.

BLOQUE I. INTRODUCCIÓN

1. En general, ¿qué opinión tiene Usted sobre las metodologías y herramientas estándares empleadas para el desarrollo de proyectos?
2. En particular ¿Cuál o cuáles de esas metodologías tiene una filosofía o praxis más orientada a las buenas prácticas predictivas en esa gestión de proyectos?

BLOQUE II. CONTENIDO

3. ¿Cuál considera Usted debe ser el tipo de certificación que deben poseer las empresas desarrolladoras de software?
4. ¿Cuáles son las principales ventajas y/o desventajas frente a estas certificaciones obtenidas o a obtener?
5. Específicamente de los estándares ofrecidos en el medio, caso ANSI, para la Gestión de Proyectos, ¿cuál o cuáles conoce Usted y qué opinión le merecen desde el punto de vista de las Buenas Prácticas de diseño e implementación de software?

Instructivo: si no ha mencionado la metodología PMBOK, preguntar:

6. ¿Tiene conocimiento del PMI (Project Management Institute) como organización que establece criterios y estándares para la gestión de proyectos, y es certificadora a la vez de los profesionales de la disciplina de Gestión de Proyectos?

Instructivo: si tiene conocimiento pasar a las preguntas 7, 8 y 9, de lo contrario, ir a la pregunta 10 y siguientes.

7. ¿Qué opinión le merece la metodología o guía que ofrece este Instituto, denominada PMBOK, la cual ofrece una descripción general de los fundamentos de la Gestión de Proyectos, reconocidos como buenas prácticas?
8. Considerando esta guía metodológica y didáctica en la Gestión de proyectos ¿considera que en el caso de Proyectos de desarrollo de Software, dicha metodología es apropiada? ¿Por Favor me da su punto de vista?
9. ¿Qué opinión tiene sobre otras metodologías ágiles como el Facilitador Scrum, Kanban o Scrumban, comparativamente con el PMBOK, en cuanto a sus niveles de productividad o eficiencia?
10. Didácticamente ¿cuál considera sea la Metodología apropiada en la Gestión de Proyectos en el caso de desarrollo de software, como Framework Lineal, Interactivo, modelos en Cascada, Incrementales, Espiral, RAD, entre otros?

11. En su caso particular, ¿cuál o cuáles (combinación) de los anteriores desarrollos deben utilizar las compañías desarrolladoras de software y qué metodología de estructuración, planeación y control del proceso deberían utilizar?

12. Igualmente en su caso, ¿qué metodología utiliza para la realización de las Pruebas y Ensayos a la cual somete su desarrollo de software, previo a la entrega al usuario final?

13. ¿Tiene por favor algún otro comentario para enriquecer este estudio?

Gracias por su valiosa información

BLOQUE III. CARACTERIZACIÓN

Institucional:

INSTITUCIÓN/CONSULTOR INDEPENDIENTE	DIRECCIÓN Y TEL	TIEMPO EN EL MEDIO	ACTIVIDAD/MISIONAL

Personal:

NOMBRE ENTREVISTADO	TIEMPO EN LA INSTITUCIÓN/CONSULTOR	PROFESIÓN	ESPECIALIDAD

Apéndice D.

Guía práctica para la gestión de proyectos y la implementación de Pruebas de software a partir del PMBOK y la práctica del ProTest

Parte I. PMBOK

¿Qué es *Project Management Institute*?

El **Project Management Institute (PMI®)** es considerado la asociación profesional para la gestión de proyectos sin fines de lucro más grande del mundo, con más de 260.000 miembros en 171 países. Su oficina central está ubicada en la localidad de Newtown Square, en las afueras de la ciudad de Filadelfia, en Pennsylvania, Estados Unidos. Entre sus principales objetivos están formular estándares profesionales, generar conocimiento a través de la investigación, y promover la Gestión de Proyectos como profesión, a través de sus programas de certificación.

Durante este tiempo, el PMI, a través del Comité de Estándares y Colaboradores (entre ellos empresas, universidades, asociaciones de profesionales, especialistas y consultores en proyectos) realizó el estudio, evaluación y revisión de los estándares generalmente aceptados a nivel internacional, dando como resultado los estándares que representan el cuerpo de conocimientos de la Dirección de Proyectos, cuyo título original es “*Project Management Body of Knowledge*” (PMBOK). En 1987 se publicó su primera edición.

¿Qué es el PMBOK?

Se define como la Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (PMBOK Guide por sus siglas en inglés “*Project Management Body of Knowledge*”) publicado por el PMI (Project Management Institute), constituye la suma de conocimientos de los profesionistas dedicados a la administración de proyectos. Concentra tanto prácticas profesionales comprobadas y ampliamente aceptadas, como prácticas innovadoras con la finalidad de permitir al administrador del proyecto aplicar conocimientos, habilidades, técnicas y herramientas para satisfacer los requisitos del mismo.

¿Cuál es la finalidad de PMBOK?

La finalidad principal del PMBOK es identificar, concentrar y publicar las mejores prácticas generalmente aceptadas en la Dirección de Proyectos. *Generalmente aceptadas* se refiere a que los conocimientos y las prácticas descritos son aplicables a la mayoría de los proyectos, la mayor parte del tiempo, y que existe un amplio consenso sobre su valor y utilidad. *Mejores prácticas* se refiere a que existe un acuerdo general en que la correcta aplicación de estas habilidades, herramientas y técnicas puede aumentar las posibilidades de éxito de una amplia variedad de proyectos diferentes.

¿Cómo está integrado PMBOK?

La Guía del PMBOK está dividida en tres secciones:

Sección I. Marco Conceptual de la Dirección de Proyectos: proporciona una estructura básica para entender la Dirección de Proyectos.

- ***El Capítulo 1. Introducción:*** define los términos clave y proporciona una descripción general del resto de la Guía del PMBOK.
- ***El Capítulo 2. Ciclo de Vida del Proyecto y Organización:*** describe el entorno en el cual operan los proyectos.

Sección II. Norma para la Dirección de Proyectos aplicable a un proyecto: especifica todos los procesos de Dirección de Proyectos que usa el equipo del proyecto para gestionar el mismo.

El Capítulo 3. Procesos de Dirección de Proyectos para un Proyecto: describe los cinco Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos aplicables a cualquier proyecto y los procesos de Dirección de Proyectos que componen tales grupos.

Un grupo de procesos es un modo lógico de agrupar los procesos de dirección de proyectos, necesarios para cualquier proyecto, con dependencias entre ellos, y que se llevan a cabo en la misma secuencia siempre. Los cuales, son:

Procesos de inicio: procesos mediante los cuales se lleva a cabo la autorización formal para comenzar un proyecto.

Procesos de Planificación: procesos que deberán refinar los objetivos planteados durante el grupo de procesos de Inicio y planificar el curso de acción requerido para lograr los objetivos y el alcance pretendido del proyecto.

Procesos de Ejecución: procesos que se despliegan para completar el trabajo definido en el grupo de procesos de Planificación con objeto de cumplir los requisitos del proyecto.

Procesos de Control: procesos realizados para medir y supervisar regularmente el avance del proyecto, de manera que se puedan identificar las variaciones respecto a la planificación y adoptar, cuando sea necesario, las acciones correctivas, preventivas y de control de cambios para cumplir con los objetivos del proyecto.

Procesos de Cierre: procesos requeridos para cerrar formalmente un proyecto y que aseguran que las experiencias adquiridas durante el proyecto queden registradas y a disposición de futuros usos.

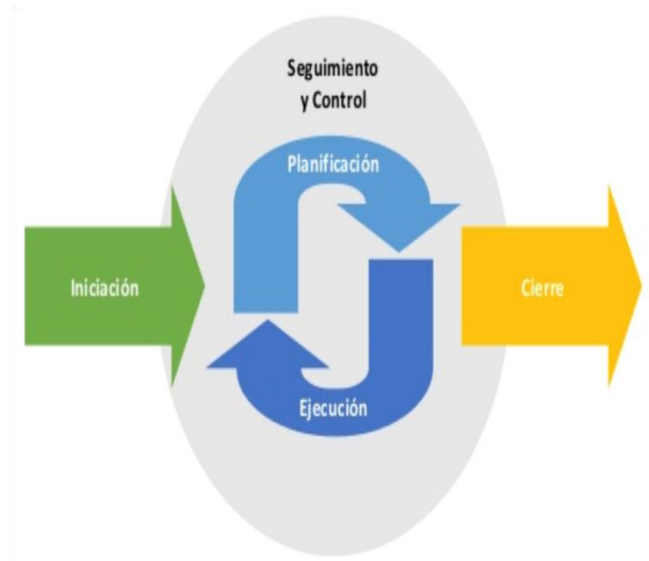


Figura 18. Procesos de Dirección de Proyectos. Fuente: Tomado de <http://image.slidesharecdn.com/introduccion-a-la-direccion-de-proyectos-151015060230-lva1-app6892/95/introduccion-a-la-direccion-de-proyectos-16-638.jpg?cb=1444889005>

Sección III: Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos: organiza los 44 procesos de Dirección de Proyectos de los Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos en nueve Áreas de Conocimiento. La introducción de la Sección III describe la leyenda de los diagramas de flujo de procesos, que se usan en cada capítulo de Área de Conocimiento y en la introducción de todas las Áreas de conocimiento.

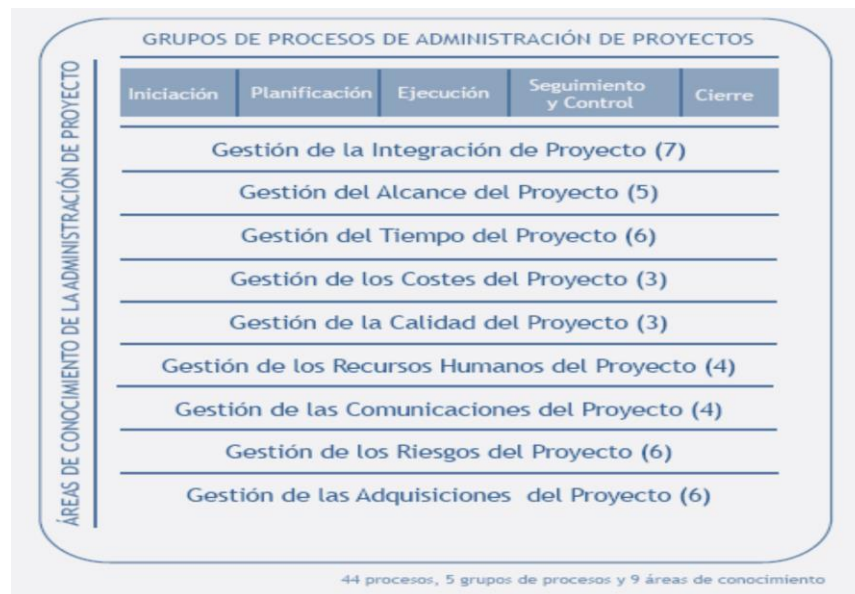


Figura 19. Grupo de Procesos de Administración de Proyectos. Fuente: (Black, R.I, 2002, p.99).

El Capítulo 4. Gestión de la Integración del Proyecto: describe los procesos y actividades que forman parte de los diversos elementos de la Dirección de Proyectos, que se identifican, definen, combinan, unen y coordinan, dentro de los Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos. Se compone de los procesos: Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto, Desarrollar el Enunciado del Alcance del Proyecto Preliminar, Desarrollar el Plan de Gestión del Proyecto, Dirigir y Gestionar la Ejecución del Proyecto, Supervisar y Controlar el Trabajo del Proyecto, Control Integrado de Cambios y Cerrar Proyecto.

El Capítulo 5. Gestión del Alcance del Proyecto: describe los procesos necesarios para asegurarse que el proyecto incluya todo el trabajo requerido para completarse satisfactoriamente. Se compone de los procesos: Planificación del Alcance, Definición del Alcance, Crear EDT, Verificación del Alcance y Control del Alcance.

El Capítulo 6. Gestión del Tiempo del Proyecto: describe los procesos relativos a la puntualidad en la conclusión del proyecto. Se compone de los procesos: Definición de las Actividades, Establecimiento de la Secuencia de las Actividades, Estimación de Recursos de las Actividades, Estimación de la Duración de las Actividades, Desarrollo del Cronograma y Control del Cronograma.

El Capítulo 7. Gestión de los Costes del Proyecto: describe los procesos involucrados en la planificación, estimación, presupuesto y control de costes, de forma que el proyecto se complete dentro del presupuesto aprobado. Se compone de los procesos: Estimación de Costes, Preparación del Presupuesto de Costes, y Control de Costes.

El Capítulo 8. Gestión de la Calidad del Proyecto: describe los procesos necesarios para asegurarse de que el proyecto cumpla con los objetivos para los cuales ha sido emprendido. Se compone de los procesos: Planificación de Calidad, Realizar Aseguramiento de Calidad, y Realizar Control de Calidad.

El Capítulo 9. Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto: describe los procesos para organizar y dirigir los Recursos Humanos del proyecto. Se compone de los procesos: Planificación de los Recursos Humanos, Adquirir el Equipo del Proyecto, Desarrollar el Equipo del Proyecto, y Gestionar el Equipo del Proyecto.

El Capítulo 10. Gestión de las Comunicaciones del Proyecto: describe los procesos relacionados con la generación, distribución, almacenamiento y destino final de la información del proyecto, en tiempo y forma. Se compone de los procesos: Planificación de las Comunicaciones, Distribución de la Información, Informar el Rendimiento, y Gestionar a los Interesados.

El Capítulo 11. Gestión de los Riesgos del Proyecto: describe los procesos relacionados con el desarrollo de la gestión de riesgos de un proyecto. Se compone de los procesos: Planificación de la Gestión de Riesgos, Identificación de Riesgos, Análisis Cualitativo de Riesgos, Análisis Cuantitativo de Riesgos, Planificación de la Respuesta a los Riesgos, y Seguimiento y Control de Riesgos.

El Capítulo 12. Gestión de las Adquisiciones del Proyecto: describe los procesos para comprar o adquirir productos, servicios o resultados, así como para contratar procesos de dirección. Se compone de los procesos: Planificar las Compras y Adquisiciones, Planificar la Contratación, Solicitar Respuestas de Vendedores, Selección de Vendedores, Administración del Contrato y Cierre del Contrato.

Áreas del conocimiento: Un equipo de proyectos funciona en 9 áreas del conocimiento con un número de procesos básicos según el resumen que se presenta a continuación:

1. **Integración.** Desarrolla la carta del proyecto, la declaración del alcance y el plan. Dirija, maneja, supervisa y controla el proyecto de Innovación.
2. **Alcance.** Planeamiento, definición, creación, verificación y control de la estructura de división de responsabilidades del trabajo (WBS).
3. **Tiempo.** Definición, secuenciamiento, estimación de recursos necesarios y de la duración, desarrollo, y control del cronograma.
4. **Costo.** Planeamiento de recursos, costos estimados, presupuesto y control.
5. **Calidad.** Planeamiento de la calidad, aseguramiento de calidad y control de calidad.
6. **Recurso humano.** Planeamiento, contratación, desarrollo y administración del Recurso Humano.
7. **Comunicaciones.** Planificación de comunicaciones, distribución de la información, difusión del desempeño, Gestión de *stakeholders*
8. **Riesgos.** Planeamiento e identificación de riesgos, Análisis de riesgos (cualitativa y cuantitativa), planeamiento de la respuesta ante riesgos (acción), y supervisión y control del riesgo.
9. **Consecución.** Plan de contrataciones y adquisiciones, selección e incentivos de los vendedores, administración y cierre de contratos.

¿Cuáles son los beneficios de PMBOK?

Para el negocio

- ✓ Establece mecanismos para responder con eficiencia a las nuevas demandas del negocio en materia de TI.
- ✓ Aumenta la satisfacción del cliente, ya que las áreas proveedoras de TI saben y entregan lo que el cliente necesita.
- ✓ Mejora los flujos de comunicación entre el personal de informática y los clientes o usuarios interesados en los proyectos de TI.
- ✓ Conduce a la eficiencia en la utilización de los recursos de TI de la empresa.
- ✓ Adapta e integra las especificaciones, planes y enfoque metodológico de los diversos interesados en el proyecto de TI.
- ✓ Genera ahorros sustantivos al desarrollar los proyectos de TI con base en las mejores prácticas para la administración de proyectos.
- ✓ Permite tomar mejores decisiones en materia de inversión en TI.
- ✓ Incrementa el retorno de inversión para la empresa.

Para el departamento de TI

- ✓ Permite identificar de forma precisa los requisitos que deben satisfacer el producto o servicio de TI.
- ✓ Ayuda a los colaboradores de TI a establecer objetivos claros.
- ✓ Equilibra las demandas concurrentes de alcance (calidad), tiempo y costos durante la realización de los proyectos de TI.
- ✓ Administra y garantiza la calidad de los productos o servicios de TI generados durante el proyecto.
- ✓ Proporciona mecanismos de administración de riesgos para brindar una certeza razonable de que se alcanzarán los objetivos de los proyectos de TI.
- ✓ Facilita la planificación de las actividades del responsabilidades, identificando entregables tangibles.
- ✓ Sirve como guía para la definición de los estándares y procedimiento de la empresa para administrar de forma más eficiente los proyectos de TI.
- ✓ Sirve como guía para identificar e invertir recursos, sólo a proyectos viables.
- ✓ Reduce el tiempo de realización de los productos y servicios de TI.
- ✓ Permite realizar estimaciones reales de los tiempos requeridos para desarrollar las soluciones de TI.
- ✓ Permite dar seguimiento a las actividades de los proyectos de TI, garantizando que se desempeñan en conformidad con lo definido durante la planeación.
- ✓ Ayuda al departamento de TI a finalizar los proyectos en los tiempos establecidos

¿Cuáles son las principales Fortalezas de PMBOK?

- ✓ La guía de PMBOK es un marco y un estándar.
- ✓ Está orientada a procesos.
- ✓ Indica el conocimiento necesario para manejar el ciclo vital de cualquier proyecto, programa y portafolio a través de sus procesos.
- ✓ Define para cada proceso sus insumos, herramientas, técnicas y reportes necesarios.
- ✓ Define un cuerpo de conocimiento en el que cualquier industria pueda construir las mejores prácticas específicas para su área de aplicación

¿Qué Limitaciones tiene el PMBOK?

- ✓ Complejo para los pequeños proyectos
- ✓ Tiene que ser adaptado a la industria del área de aplicación, tamaño y alcance del proyecto, el tiempo y el presupuesto y los apremios de calidad.

¿Con qué tendencias se relaciona PMBOK?

BSC (Balanced Scorecard)

Contempla un sistema de administración del desempeño que permite a las empresas conducir su estrategia acorde con lo planeado, mediante el monitoreo continuo, complementando los indicadores financieros tradicionales con criterios de medición de desempeño, orientados a: “Clientes”, “Procesos Internos” y “Aprendizaje y Crecimiento”. Las mejores prácticas definidas en PMBOK sirven como referencia para la administración de los proyectos que sustentan la consecución de la estrategia de la empresa, la cual puede ser definida e implementada mediante Balanced Scorecard.

COBIT (Control Objectives for Information and Related Technology)

Es un compendio de objetivos de control para la Tecnología de Información, que incluye herramientas de soporte que permiten a la administración cubrir la brecha entre los requerimientos de control, los aspectos tecnológicos y los riesgos de negocio.

Las mejores prácticas definidas en PMBOK están relacionadas con los objetivos de control “Administrar las Inversiones de TI”, “Administrar la Calidad”, “Evaluar y Administrar los Riesgos de TI”, “Administrar los Proyectos de TI” y “Aprovisionamiento de los Recursos de TI”, definidos en COBIT.

IT Governance

Es un conjunto de mecanismos utilizados por la administración de una organización para dirigir y controlar su desarrollo tecnológico, asegurando que las metas del negocio sean alcanzadas de forma efectiva mediante la detección y control de los riesgos asociados. IT Governance puede tomar como referencia las áreas de conocimiento definidas en PMBOK para determinar las habilidades y conocimientos necesarios para la administración efectiva de los proyectos, dentro de un ambiente de TI.

CMMI (Capability Maturity Model Integration)

Es un modelo de mejora de procesos de construcción de software que puede tomar como referencia PMBOK para administrar los proyectos, orientados a mejorar la capacidad y madurez de los procesos involucrados en la construcción de software.

ITIL (Information Technology Infrastructure Library)

Es el marco de referencia para la Gestión de Servicios de TI más aceptado y utilizado en el mundo. Proporciona un conjunto de mejores prácticas en materia de administración de TI, extraídas de organismos del sector público y privado, que están a la vanguardia tecnológica a nivel internacional.

ISO 9001-2000

Es el estándar para establecer sistemas de gestión de calidad más reconocido y adoptado en el mundo, debido a los beneficios que brinda el apego a sus normas, definidas para establecer, documentar, controlar, medir y mejorar los procesos y productos dentro de la organización.

Fuente: (Beizer B, 1990, p.131)

Parte II Prueba independiente

¿Qué es ProTest?

ProTest se utiliza en proyectos de prueba de productos que ocurren en paralelo al proyecto de desarrollo del producto. Es independiente de la metodología seguida para desarrollar el producto a probar. Ha sido concebido como proceso a seguir por una organización que realiza evaluación independiente de productos de software, como lo es el Centro de Ensayos de Software.

El proyecto de prueba puede comenzar a la vez que el proyecto de desarrollo del producto, cuando el proyecto de desarrollo del producto está en una etapa más avanzada o cuando el producto ya se encuentra instalado en el ambiente de producción y se está realizando mantenimiento del mismo.

¿Qué es la Prueba Funcional?

El objetivo de la prueba funcional es validar cuando el comportamiento observado del software probado cumple o no con sus especificaciones. Para esto es necesario contar con las especificaciones del producto y una versión ejecutable del mismo. Se revisan las especificaciones para asegurarse de que se pueden definir los casos de prueba a partir de ellas, en el caso de que no existan especificaciones o que las mismas estén incompletas; se trabaja junto al cliente y los desarrolladores, para generarlas o mejorarlas.

¿Qué son las Pruebas basadas en los riesgos del producto?

ProTest se basa en el análisis de riesgo del producto para definir la prioridad con que se van a definir y ejecutar los casos de prueba. La prueba exhaustiva no es posible, por lo que para cada producto se debe realizar la prueba más efectiva y menos costosa, que asegure que el producto es suficientemente confiable, seguro y cumple con los requerimientos de los usuarios. Dado que el tiempo para realizar la prueba nunca es suficiente, deben definirse prioridades. Una estrategia posible es tomar la decisión de qué probar, basándose en los riesgos.

Un riesgo es la probabilidad de que algo no deseado ocurra. En la práctica, se le pregunta a los desarrolladores sobre las cosas que preocupan respecto al producto, para encontrar las funcionalidades a tener especial atención durante las pruebas. Se identifican las partes del sistema que en caso de fallar, tienen las consecuencias más serias, y aquellas que tienen mayor frecuencia de uso, ya que si una parte del sistema es usada frecuentemente y tiene un error, el uso frecuente hace que se tengan grandes posibilidades de que la falla aparezca.

Según James Beck K, (1999.p.87) “el enfoque basado en los riesgos tiene tres pasos:

1. Confeccionar una lista priorizada de riesgos,
2. Realizar pruebas que exploran cada riesgo,
3. Cuando un riesgo se mitiga y emergen nuevos, se debe ajustar el esfuerzo de la prueba.

¿Cuál es el Proceso guiado por Ciclos de Prueba?

En un ciclo de prueba se puede ejecutar una, alguna o todas las pruebas planificadas para el producto. Cada ciclo de prueba está asociado con una versión del producto a probar, cada nuevo ciclo de prueba implica una nueva versión de uno o más componentes del sistema.

Durante el ciclo de vida de un producto, sin importar cuál sea el proceso de desarrollo, se van generando distintas versiones de la aplicación. Las actividades de la prueba se realizan para una determinada versión del producto, sobre la cual se ejecutan las pruebas y se reportan los incidentes encontrados. Las pruebas que serán ejecutadas sobre una versión son planificadas con anticipación y deberían ser ejecutadas, a menos que las prioridades cambien. Es común que mientras se realizan las pruebas para una versión, en paralelo se estén realizando mejoras a esa versión por parte de los desarrolladores. Cuando se reporta un incidente, ocurre a menudo que los desarrolladores conocen el motivo de la falla y rápidamente lo arreglan, generando una nueva versión del producto. A menos que realmente no tenga ningún valor seguir probando la versión anterior, el equipo de prueba debería negarse a aceptar esa nueva versión, si no estaba planificado, ya que esa nueva versión puede corregir el defecto, introduciendo nuevas funcionalidades que ya fueron probadas, con lo cual, se deberían ejecutar todas las pruebas nuevamente, sin terminar de conocer la calidad global de la versión que se estaba probando. Con cada nueva versión del producto se realizan alguna o todas las tareas asociadas con las pruebas, a esto se le llama un ciclo de prueba.

Uno de los principales desafíos desde el punto de vista de la prueba independiente, es estimar cuántos ciclos de prueba se requieren, ya que, en general, no todas las versiones que genera desarrollo llegan a ser probadas por el equipo de prueba; entre dos ciclos de prueba podrían existir más de dos versiones del producto, generadas por el equipo de desarrollo.

Las etapas de ProTest son el resultado de fusionar las distintas propuestas de las Fases de las Pruebas. Estas propuestas fueron adaptadas para ser usadas en una evaluación independiente. A diferencia de las otras propuestas, los ciclos de prueba en ProTest son lo que guían el proceso de prueba, como se aprecia en la siguiente ilustración.



Figura 20. Etapas de ProTest en el tiempo. Fuente: (Brasil, 1994, p.65).

¿Cuáles son los objetivos de cada una de las etapas definidas en el proceso?

Estudio Preliminar: Se estudian las principales funcionalidades del producto, con el objetivo de definir el alcance de las pruebas y un primer cronograma de los ciclos de prueba. A partir de estos datos se realiza la propuesta de servicio de prueba (la forma como se realiza la cotización no forma parte de ProTest). Si el cliente aprueba la propuesta de servicio de prueba, se sigue con la etapa de Planificación, en caso contrario, se pasa a la etapa de Evaluación, donde se analiza cuáles fueron los problemas en este proyecto, y se archiva para su consulta en futuros proyectos.

Planificación: El objetivo de esta etapa es planificar el proyecto de prueba, una vez que fue aprobado por el cliente. Se definen los ciclos de prueba y las funcionalidades a probar en cada ciclo, en función del análisis de riesgo del producto. Se genera el Plan de Pruebas, que resume toda la información del proyecto de prueba y las decisiones tomadas durante la etapa de Planificación.

Ciclo de Prueba: El objetivo de esta etapa es generar y ejecutar las pruebas para una versión determinada del producto. El proyecto de prueba es guiado por los ciclos de prueba; cada ciclo de prueba está asociado con una versión del producto a probar. Esta etapa se divide a su vez en cuatro sub-etapas.

Evaluación: Esta etapa tiene como objetivo conocer el grado de satisfacción del cliente, realizar el informe final, evaluar el proceso de prueba para su mejora, y almacenar los elementos del proyecto de prueba para su uso en proyectos posteriores.

¿Cuáles son las actividades en el Estudio Preliminar?

Esta etapa estudia la factibilidad de realizar el proyecto de prueba. En la siguiente tabla se muestran las actividades involucradas en esta etapa y los artefactos generados en cada una.

Tabla 6. Estudio Preliminar

Actividades	Artefactos generados
I1 – Definición del Servicio	RR – Resumen de Reunión PS – Propuesta de Servicio
I2 - Revisión preliminar de requerimientos	IP – Inventario de Prueba
I3 - Análisis preliminar de riesgo	IP – Inventario de Prueba
G1 – Estimación de las tareas	ET – Estimación de Tareas
G2 – Reportar el Esfuerzo	PE – Planilla de Esfuerzo

Fuente: (Avella, C. P., 2011, p.66).

Las actividades G1, Estimación de las Tareas y G2, Reportar el Esfuerzo, son actividades realizadas en todas las etapas del proceso; al comienzo de cada etapa se debe estimar el tiempo que lleva realizar cada una de las actividades de la etapa, y luego que las actividades son realizadas, se debe reportar el tiempo empleado en las mismas. En la ilustración 19 se muestra el diagrama de las actividades involucradas en esta etapa. La actividad I1, Definición del Servicio, tiene como objetivo llegar a un acuerdo con el Cliente respecto al alcance del proyecto de prueba, sobre el cual poder hacer una cotización. En la actividad I2, Revisión Preliminar de Requerimientos, se estudian las fuentes de requerimientos existentes para saber si es posible derivar las pruebas a partir de ellas y se listan los grupos de funcionalidades del producto, los cuales son analizados y priorizados junto al cliente y desarrolladores, en la actividad I3, Análisis Preliminar de Riesgo del Producto. Con las funcionalidades priorizadas, se retoma la actividad I1, Definición del Servicio, para definir el alcance y la agenda del proyecto de prueba. A partir del alcance y la agenda definidos, el equipo de prueba realiza la cotización del proyecto de prueba; el procedimiento de cómo realizar la cotización del proyecto de prueba no es parte de ProTest.

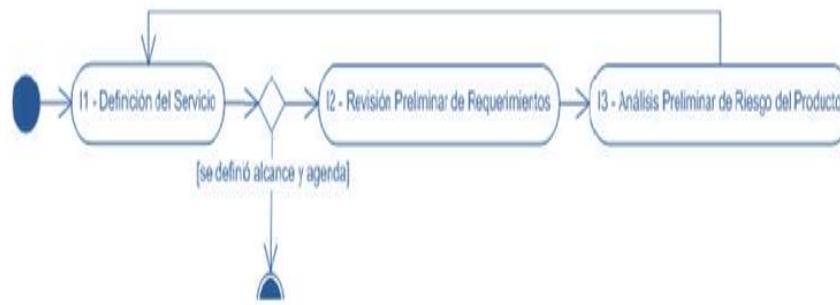


Figura 21. Actividades en Estudio Preliminar. Fuente: (Black R., 2002, p.65).

¿Cuáles son las actividades relacionadas con la Planificación?

El objetivo de esta etapa es planificar el proyecto de prueba, una vez que el cliente aprobó la cotización del mismo. En la Tabla 7 se muestran las actividades involucradas en esta etapa y los artefactos generados en cada una.

Tabla 7. Actividades relacionadas con la Planificación.

Actividades	Artefactos generados
P1 - Negociación con el Cliente	RR – Resumen de Reunión
P2 - Revisión de requerimientos	IP – Inventario de Pruebas
P3 - Análisis de riesgo	IP – Inventario de Pruebas
P4 – Exploración del Producto	IP – Inventario de Pruebas
P5 – Definición de los Ciclos de Prueba	ACP – Agenda de Ciclos de Prueba
P6 – Definición del Testware	TW – Testware
P7 – Planificación de las Pruebas	PP – Plan de Pruebas
P8 – Definición del Proceso de Incidentes	PI – Proceso de Incidentes
G1 – Estimación de las tareas	ET – Estimación de Tareas
G2 – Reportar el Esfuerzo	PE – Planilla de Esfuerzo

Fuente: (Avella, C. P., 2011, p.75).

A continuación se presentan las actividades involucradas en la etapa de Planificación.

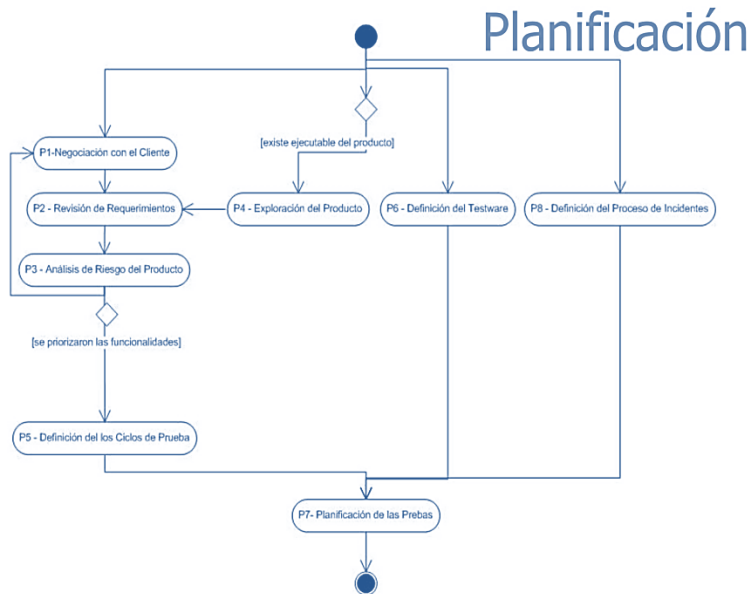


Figura 22. Actividades en la Etapa Planificación. Fuente: (Black R., 2002, p.65)

La actividad P1- Negociación con el Cliente, tiene como objetivo definir todas las funcionalidades a probar y la prioridad con que será probada cada una, junto con el cliente. Para esto, en la actividad P2, Revisión de Requerimientos, se estudian las funcionalidades del producto, y en P3, Análisis de Riesgo del Producto, se realiza para conocer la importancia de incluir o no una funcionalidad en el alcance de las pruebas y la prioridad con que debe ser probada, en caso de ser incluida. A partir de esta información, se realiza P5, Definición de los Ciclos de Prueba, donde se agendan los ciclos de prueba según las versiones que serán generadas por el equipo de desarrollo y se definen las funcionalidades que serán probadas en cada ciclo de prueba.

En el caso de que ya exista una versión ejecutable del producto al comenzar el proyecto de prueba, se puede realizar la actividad P4, Exploración del Producto, donde se explora el producto, con el fin de entender rápidamente los requerimientos y ayudar en la actividad P2, Revisión de Requerimientos. En paralelo con esto, se desarrollan dos actividades: P6, Definición del Testware (el testware es el producto resultante de la prueba), donde se define cuáles serán los elementos que lo conformarán para el proyecto y cómo se organizarán; P8, Definición del Proceso de Incidentes, donde se define junto con el cliente y los desarrolladores, la herramienta a usar para el reporte de incidentes y las etapas involucradas en dicho proceso.

El plan de pruebas del proyecto es realizado en la actividad P7, Planificación de las Pruebas. Dicho plan resume toda la información del proyecto de prueba y las decisiones tomadas durante la etapa de Planificación.

¿Cuál es el objetivo del Ciclo de Prueba?

El objetivo de esta etapa es realizar las pruebas para una versión determinada del producto. En un ciclo de prueba se puede ejecutar una, alguna o todas las pruebas planificadas para el producto. Esta etapa se divide a su vez en sub-etapas como se muestra en la figura 23. Las sub-etapas son: Seguimiento del Ciclo, Configuración del Entorno, Diseño de las Pruebas y Ejecución de las Pruebas.

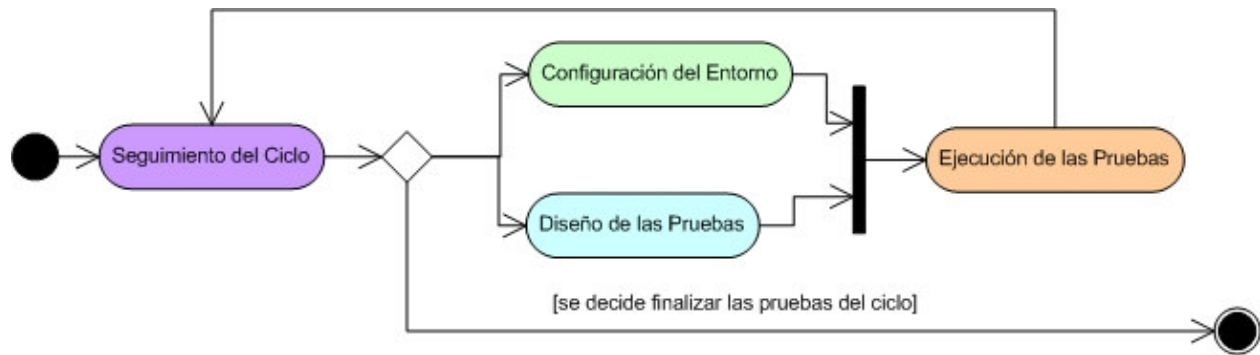


Figura 23. Sub-etapas en cada Ciclo de Prueba. Fuente: (Black R., 2002, p.65).

¿Cuáles son los objetivos de cada sub etapa?

Seguimiento del Ciclo: El objetivo es realizar el seguimiento y control del ciclo de prueba. La planificación realizada al principio del proyecto es revisada al comenzar cada ciclo de prueba, se planifican en detalle las tareas para el ciclo y se ajusta la planificación según las estimaciones y posteriores mediciones realizadas en los ciclos anteriores. Luego que se realizaron las otras tres sub-etapas del ciclo, se vuelve a esta sub-etapa, donde se evalúa el ciclo y se decide si se finaliza o si es necesario generar y ejecutar nuevas pruebas para el ciclo.

Configuración del Entorno: El objetivo de esta sub-etapa es configurar el ambiente de pruebas, separando los ambientes de desarrollo y prueba, instalar las herramientas necesarias y el software a probar, en la versión correspondiente a cada ciclo de prueba.

Diseño de las Pruebas: Consiste en el diseño de los casos de prueba, a partir de la especificación del producto. En caso de ser necesario, en esta sub-etapa se mejoran o generan las especificaciones junto con el Cliente.

Ejecución de las Pruebas: El objetivo de esta etapa es contrastar el comportamiento esperado del software con su comportamiento real, analizar las diferencias y reportar los resultados. En cada ciclo, se comienza con la sub-etapa: Seguimiento del Ciclo, donde se administra y planifica el ciclo de prueba; una vez definidas las tareas que serán realizadas en el ciclo, se comienza la sub-etapa Diseño de las Pruebas; apenas se cuenta con la versión ejecutable del producto a probar en este ciclo, comienza la sub-etapa de Configuración del Entorno; a continuación se realiza la Ejecución de las Pruebas.

Si no se cuenta con la versión ejecutable del producto, el Diseño de las Pruebas puede realizarse de todos modos, ya que se realiza a partir de la especificación del producto; en cambio, la Configuración del Entorno y la Ejecución de las Pruebas requieren de la versión ejecutable del producto. Al terminar de ejecutar las pruebas, se vuelve a la sub-etapa Seguimiento del Ciclo, donde se evalúan los resultados de la ejecución de las pruebas y se decide si es necesario derivar nuevos casos de prueba; en caso contrario se termina el ciclo de prueba.

Los ciclos de prueba se solapan en el tiempo, mientras se ejecutan las pruebas para un ciclo; se puede al mismo tiempo estar diseñando las pruebas del ciclo siguiente. En cada ciclo se revisan solamente las especificaciones de las funcionalidades que serán probadas en ese ciclo, con el objetivo de poder diseñar las pruebas que serán ejecutadas en ese ciclo.

¿Cómo se realiza el seguimiento del Ciclo?

El objetivo de esta sub-etapa es realizar el seguimiento y control del proyecto de prueba en cada ciclo de prueba. En la Tabla 8 se muestran las actividades involucradas en esta etapa y los artefactos generados en cada una.

Tabla 8. Actividades relacionadas con el seguimiento y control del proyecto.

Actividades	Artefactos generados
S1 – Planificación del Ciclo	PPC – Plan de Pruebas del Ciclo
P3 – Análisis de Riesgo del Producto	IP – Inventario de Pruebas
S2 – Administración de la Configuración	RC – Reporte de Configuración
S3 – Seguimiento y Control del Ciclo	RA – Reporte de Avance del Ciclo
S4 – Evaluación del Ciclo de Prueba	RE – Reporte de Evaluación del Ciclo
G1 – Estimación de las tareas	ET – Estimación de Tareas
G2 – Reportar el Esfuerzo	PE – Planilla de Esfuerzo

Fuente: Black R., 2002

En la siguiente figura se muestra el diagrama, con las actividades de la sub-etapa Seguimiento del Ciclo.

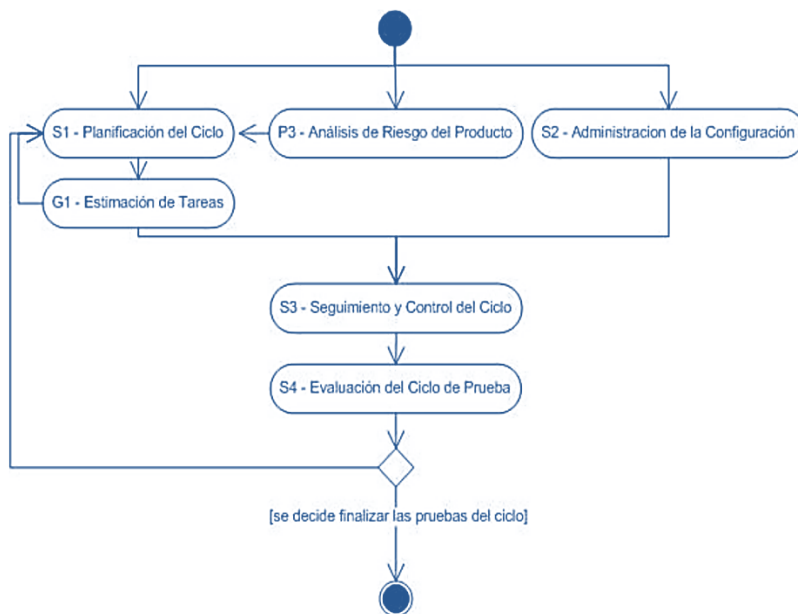


Figura 24. Actividades en la sub-etapa Seguimiento del Ciclo. Fuente: (Black R., 2002, p.67).

La planificación del proyecto de prueba realizada en la etapa de Planificación, es revisada al comenzar cada ciclo en la actividad S1, Planificación del Ciclo. El detalle de la planificación se hace a partir de las estimaciones realizadas en la actividad G1, Estimación de Tareas. En la actividad P3, Análisis de Riesgo del Producto se definen las funcionalidades a probar en el ciclo. Durante todo el ciclo de prueba, se administra la configuración de los elementos que componen el testware en S3, Administración de la Configuración y se realiza S5, Seguimiento y Control del Ciclo. Al finalizar el ciclo de prueba, se evalúa en la actividad S6, Evaluación de las Pruebas, si es necesario derivar nuevos casos de prueba o si se termina el ciclo.

¿Cómo se Configura el Entorno?

El objetivo de esta sub-etapa es configurar el ambiente de pruebas, separando los ambientes de desarrollo y prueba e instalando las herramientas necesarias y el software a probar en la versión correspondiente a cada ciclo de prueba. En la Tabla 9 se muestran las actividades involucradas en esta etapa y los artefactos generados en cada una.

Tabla 9. Configuración del Entorno

Actividades	Artefactos generados
C1 – Instalación de Herramientas	RO – Reporte de Obstáculos
C2 – Instalación y Configuración	RO – Reporte de Obstáculos

Fuente: (Black R., 2002, p.69).

En la figura 25 se muestra el diagrama de las actividades de la sub-etapa Configuración del entorno. En la actividad C1, Instalación de Herramientas, se instalan las herramientas necesarias para realizar las pruebas del producto, las cuales fueron definidas en la etapa de Planificación, en la actividad P6, Definición del Testware. En el momento en que se cuenta con la versión ejecutable del producto a probar en el ciclo, se instala y se configuran los datos relacionados con la actividad C2, Instalación y Configuración. Los problemas que puedan surgir durante estas actividades se reportan en RO, Reporte de Obstáculos.

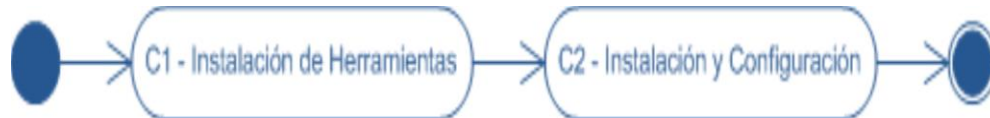


Figura 25. Actividades de la sub-etapa Configuración del Entorno. Fuente: (Black R., 2002, p.71).

¿Cuál es el objetivo de Diseño de las Pruebas?

El objetivo de esta sub-etapa es diseñar las pruebas que serán luego ejecutadas sobre el producto a probar. En la Tabla 10 se muestran las actividades involucradas en esta etapa y los artefactos generados en cada una.

Tabla 10. Diseño de las Pruebas

Actividades	Artefactos generados
P2 – Revisión de Requerimientos	IP – Inventario de Pruebas
D1 – Diseño de los Casos de Prueba	CP – Casos de Prueba MT – Matriz de Trazabilidad
D2 – Validación de los Casos de Prueba	RR – Resumen de Reunión
D3 – Asignación de los Casos de Prueba	PE – Plan de Ejecución

Fuente: (Black R., 2002, p.82).

En la figura 26 se muestra el diagrama de las actividades a realizar en la sub-etapa de Diseño de las Pruebas. Se comienza con la actividad P2, Revisión de Requerimientos, donde se revisan sólo las especificaciones de las funcionalidades que serán probadas en este ciclo; en caso de que no se cuente con las especificaciones o que estén incompletas, se trabaja junto con el cliente para generarlas o mejorarlas. A partir de los requerimientos para las pruebas, se diseñan los casos de prueba en la actividad D1, Diseño de los Casos de Prueba; luego, la actividad D2, Validación de los Casos de Prueba, tiene como objetivo que el cliente valide los casos de prueba generados, para asegurarse de que son de valor para el negocio. Por último, en la actividad D3, Asignación de los Casos de Prueba, quienes diseñan los casos de prueba, se los asignan a los testers encargados de ejecutarlos en la siguiente sub-etapa: Ejecución de las Pruebas.

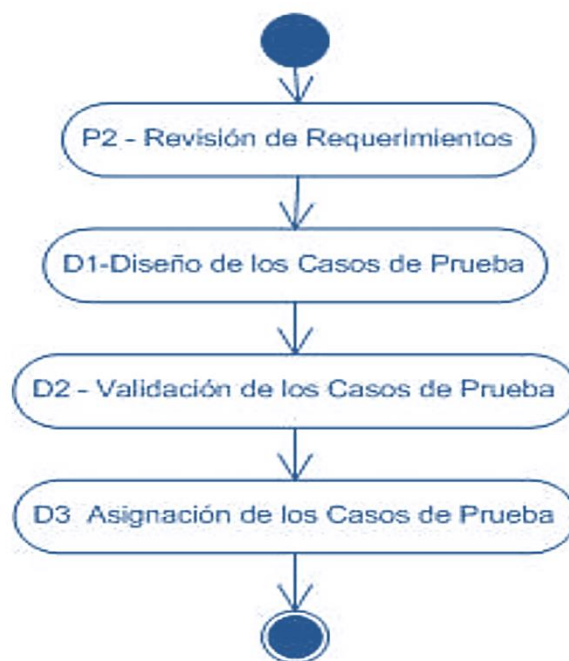


Figura 26. Actividades de Diseño de Prueba. Fuente: (Black R., 2002, p.85).

¿Cuál es el objetivo de la Ejecución de las Pruebas?

El objetivo de esta sub-etapa es contrastar el comportamiento esperado del software con su comportamiento real, analizar las diferencias y reportar los resultados. En la Tabla 11 se muestran las actividades involucradas en esta etapa y los artefactos generados en cada una.

Tabla 11. Actividades en la Ejecución de las Pruebas

Actividades	Artefactos generados
E1 – Pruebas de Humo	RP – Reporte de Ejecución de las Pruebas
E2 – Ejecución de las Pruebas	RP – Reporte de Ejecución de las Pruebas
E3 – Testing Exploratorio	RP – Reporte de Ejecución de las Pruebas

Actividades	Artefactos generados
E4 – Reporte de Incidentes	RI – Reporte de Incidente
E5 – Validación de los Incidentes	RI – Reporte de Incidente
E6 – Verificación de las Correcciones	RP – Reporte de Ejecución de las Pruebas

Fuente: (Black R., 2002, p.85).

En la Figura 27 se muestra el diagrama con las actividades de la sub-etapa Ejecución de las Pruebas; comienza con la actividad E1- Pruebas de Humo, donde se valida que las funcionalidades básicas de la versión a probar están presentes; si esto sucede, se continúa con la actividad E2 – Ejecución de las Pruebas y E3- Testing Exploratorio, donde se ejecutan las pruebas del producto. Para los incidentes encontrados en ciclos anteriores, que fueron corregidos para la versión que se está probando, se ejecutan las pruebas de regresión en la actividad E6- Verificación de las Correcciones. Los incidentes encontrados en estas actividades se reportan en E4- Reporte de Incidentes. Los incidentes reportados son validados por el cliente y los desarrolladores, en la actividad E5 – Validación de los Incidentes.

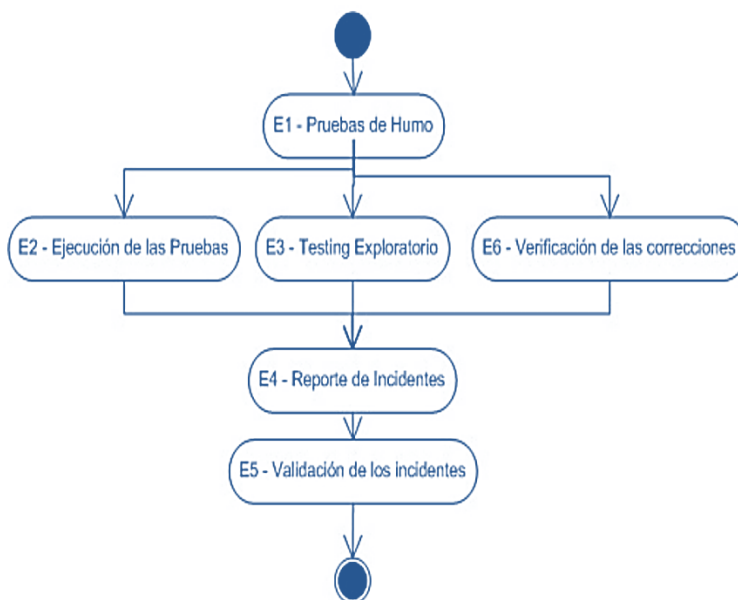


Figura 27. Actividades de Ejecución de las Pruebas. *Fuente:* Tomado de <http://image.slidesharecdn.com/introduccion-a-la-direccion-de-proyectos-151015060230-lva1-app6892/95/introduccion-a-la-direccion-de-proyectos-16-638.jpg?cb=1444889005>.

¿Qué se espera de la Evaluación del Proyecto?

Esta etapa tiene como objetivo conocer el grado de satisfacción del cliente, realizar el informe final, evaluar el proceso de prueba para su mejora y almacenar los elementos del proyecto de prueba para su uso en proyectos posteriores. En la Tabla 12 se muestran las actividades involucradas en esta etapa y los artefactos generados en cada una.

Tabla 12. Actividades en la Evaluación de las Pruebas

Actividades	Artefactos generados
V1- Evaluación de la Satisfacción del Cliente	ISC – Informe de Satisfacción del Cliente
V2 – Reporte Final del Proyecto	RF – Reporte Final del Proyecto de Prueba
V3 – Archivar el Testware	TW – Testware
V4 – Ajustes y Mejoras del Proceso de Prueba	APT – Ajustes al Proceso de Prueba
G1 – Estimación de las tareas	ET – Estimación de Tareas
G2 – Reportar el Esfuerzo	PE – Planilla de Esfuerzo

Fuente: (Black R., 2002, p.88).

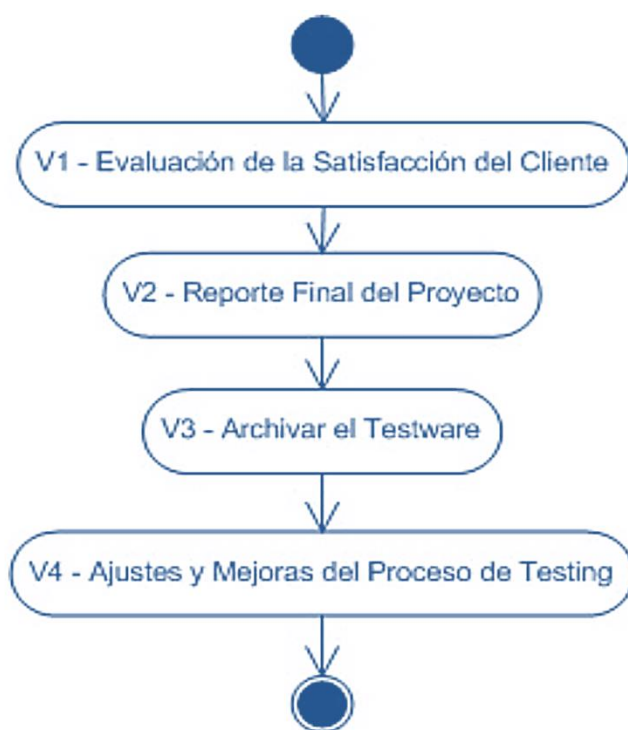


Ilustración 28. Actividades de la etapa Evaluación del Proyecto. *Fuente:* Tomado de <http://image.slidesharecdn.com/introduccion-a-la-direccion-de-proyectos-151015060230-lva1-app6892/95/introduccion-a-la-direccion-de-proyectos-16-638.jpg?cb=1444889005>.

En la Figura 28 se muestra el diagrama de actividades para la etapa Evaluación del Proyecto. La actividad V1- Evaluación de la Satisfacción del Cliente tiene como objetivo conocer el grado de satisfacción del cliente, con el proyecto de prueba; a partir de este dato, en la actividad V2, Mejoras y Ajustes al Proceso de Prueba; el equipo de prueba mejora el proceso para próximos proyectos; en la actividad V3, Reporte Final del Proyecto, se realiza el informe final del proyecto de prueba y, en V4, Archivar el Testware, se almacenan los elementos del Testware para ser consultados en próximos proyectos.

Para ProTest se optó por los mismo roles y responsabilidades que los definidos para el Centro de

Ensayos de Software. Los roles definidos son: Líder de Proyecto de Prueba, Diseñador de Pruebas, Tester, Cliente y desarrollador o contraparte técnica

Funciones o roles:

El líder es quien dirige el proyecto de prueba. El diseñador es quien realiza el diseño de los casos de prueba, a partir de las especificaciones del producto, y el Tester es quien ejecuta los casos de prueba y reporta los resultados.

En cada proyecto de prueba existe un cliente que es quien contrata el servicio de prueba. Un proyecto de prueba independiente puede ser contratado, por:

- Quien va a comprar el producto de software
- Quien desarrolla el producto de software

En el primer caso, el Cliente es el mismo para el equipo de pruebas y para la empresa que desarrolla el producto. El Cliente puede contratar el equipo de pruebas independiente, porque quiere asegurarse que el producto cumple con las especificaciones. En el segundo caso, la empresa que desarrolla el software decide contratar al equipo de pruebas independiente; esto puede ocurrir por ejemplo, porque la empresa no tiene un equipo de pruebas propio. En dicho caso, el rol del Cliente es desempeñado seguramente por un gerente o el líder de proyecto de desarrollo.

La figura 29 muestra el ciclo de vida de desarrollo en iteraciones, donde en cada iteración se realizan las etapas de: Requerimientos (R), Diseño (D), Implementación (I) y Prueba (P). La etapa de prueba en este caso, se refiere a la prueba unitaria y de integración, realizadas por el equipo de desarrollo. En cada iteración se genera una nueva versión del producto. En la misma figura se muestran las etapas de ProTest, acompañando el ciclo de desarrollo; en este caso, la etapa Estudio Preliminar (EP) se hace antes de comenzar el desarrollo del producto; la etapa de Planificación (P) se realiza en paralelo con el análisis de requerimientos, ya que requiere realizar un primer análisis de riesgo del producto, para definir los ciclos de prueba. Una vez planificado el proyecto de prueba, los ciclos de prueba acompañan el desarrollo de la siguiente forma:

- La sub-etapa Diseño de las Pruebas (DP) se realiza a partir del análisis de requerimientos, realizado por el equipo de desarrollo. El diseño de las pruebas se puede hacer en paralelo con las etapas de Diseño, Implementación y Prueba del ciclo de vida de Desarrollo. Cuando se libera la versión 1, se realiza la sub etapa Configuración del Entorno (CE), donde se instala la versión en el ambiente de prueba, luego de lo cual comienza la etapa Ejecución de las Pruebas (EJ). Durante todo el ciclo de prueba se realiza la sub-etapa Seguimiento del Ciclo.
- Para que los incidentes encontrados durante las pruebas sean de utilidad para el equipo de desarrollo, es conveniente que la ejecución de las pruebas de la primera versión termine antes que la implementación de la versión 2. De esta forma, los desarrolladores pueden reparar los incidentes encontrados antes de liberar una nueva versión.
- Como se observa en la Figura 27, los ciclos de prueba se solapan en el tiempo, ya que mientras se están ejecutando las pruebas de una versión, se puede realizar a la vez el diseño de las pruebas del ciclo siguiente.
- Al terminar el proyecto de prueba, se realiza la etapa Evaluación del Proyecto (EV).

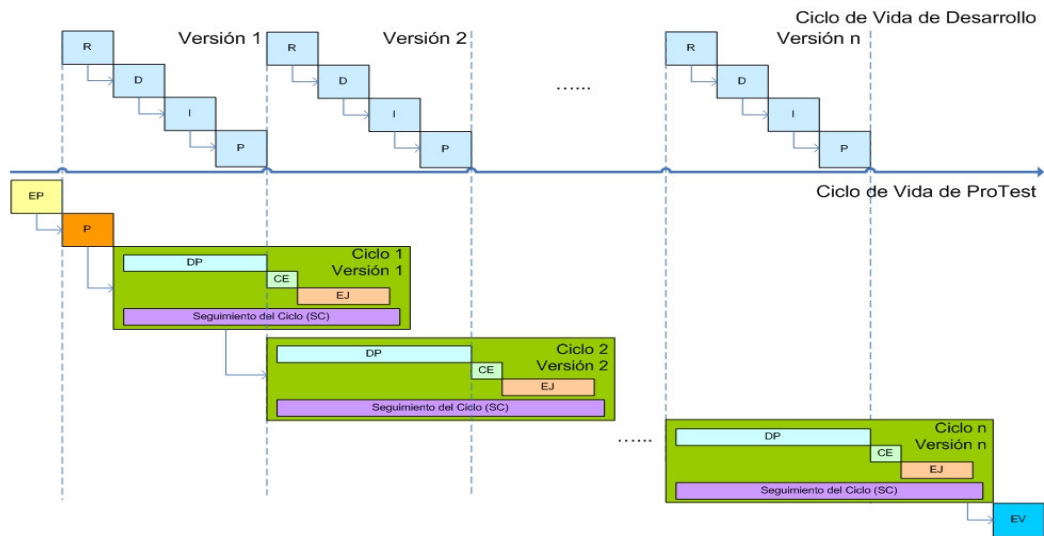


Figura 29. Ciclo de vida de desarrollo en iteraciones. Fuente: Tomado de <http://image.slidesharecdn.com/introduccion-a-la-direccion-de-proyectos-151015060230-lva1-app6892/95/introduccion-a-la-direccion-de-proyectos-16-638.jpg?cb=1444889005>.

¿Qué sucede cuando el proyecto de prueba acompaña el Proyecto de Desarrollo?

ProTest es lo suficientemente genérico como para ser aplicado en cada proyecto de prueba, por lo cual, al comenzar cada proyecto, el proceso debe ser adaptado según las características particulares del mismo. A continuación se describen algunos hechos que suceden cuando el proyecto de prueba acompaña el proyecto de desarrollo. Es importante tenerlos en cuenta en el momento de realizar la planificación del proyecto de prueba:

- El equipo de prueba puede acceder a los documentos de requerimientos desde su concepción, pudiendo realizar sugerencias de mejoras a las especificaciones, de forma que se puedan derivar de ellas los casos de prueba.
- Debido a que en las primeras iteraciones el producto puede estar muy inestable, los incidentes reportados por el equipo de prueba pueden haber sido ya encontrados y solucionados por desarrollo.
- Desarrollo genera muchas versiones en las primeras etapas; se debe definir cuáles serán probadas y cuáles no.
- Dado que los requerimientos en las primeras iteraciones de desarrollo se encuentran inestables, pueden sufrir muchos cambios, con la consecuencia de que muchos casos de prueba generados podrían tener que desecharse.
- Los datos de prueba son difíciles de generar al principio; se debe trabajar con el cliente para definir datos de prueba lo más realista posibles.
- Debido a que el producto está constantemente cambiando, en los primeros ciclos de prueba

se encuentran muchos incidentes, por lo que en la siguiente versión se deberán ejecutar muchas pruebas de regresión.

- El plan de desarrollo varía bastante a lo largo del proyecto, por lo que la planificación de los ciclos de prueba puede cambiar también.

¿Qué sucede cuando el proyecto de prueba comienza en una etapa avanzada del desarrollo o en mantenimiento del software?

El proyecto de prueba independiente puede ser contratado cuando el producto ya está bastante avanzado en su desarrollo o se encuentra en mantenimiento. En este caso, el proyecto de prueba comienza cuando se está en una versión dada de desarrollo. En este caso, se debe tener en cuenta que el equipo de prueba debe aprender sobre el producto. A continuación se describen algunos hechos que suceden cuando el proyecto de prueba comienza en una etapa avanzada del desarrollo o en mantenimiento. Es importante tenerlos en cuenta en el momento de adaptar ProTest y realizar la planificación de cada ciclo:

- En caso de que no existan especificaciones o estén incompletas, pueden ser mejoradas, usando como fuente de requerimientos la última versión del producto que se encuentre disponible.
- En caso de que el producto se encuentre en mantenimiento, se cuenta seguramente también con manual de usuario, el cual es útil para entender el producto a probar y mejorar los requerimientos, en caso de ser necesario.
- Si el producto está en mantenimiento, se cuenta con datos de producción para generar los datos de prueba y se conocen los escenarios de uso más populares.
- Es importante incluir en cada ciclo de prueba las funcionalidades que fueron cambiadas, ya que arreglos y modificaciones son riesgos frescos. Se requiere la ayuda del cliente y desarrolladores para realizar el análisis de impacto de un cambio y poder decidir las pruebas de regresión que se deben ejecutar.
- Dado que las versiones del producto son más estables, en general, la planificación de desarrollo se cumple, entregando las versiones en la fecha acordada para comenzar el ciclo de prueba.
- En el caso de que se haya contratado la prueba independiente poco tiempo antes de instalar el producto en el ambiente del cliente, el equipo de prueba va a tener una gran presión por realizar las pruebas y encontrar los incidentes antes de generar una nueva versión del producto.
- También el equipo de prueba puede recibir presión para probar una versión intermedia que no fue planificada en los ciclos de prueba, pero que arregla un incidente encontrado durante las pruebas; en ese caso se debe negociar nuevamente con el cliente la agenda de ciclos y las prioridades en cada uno. Bugzilla, (2006).